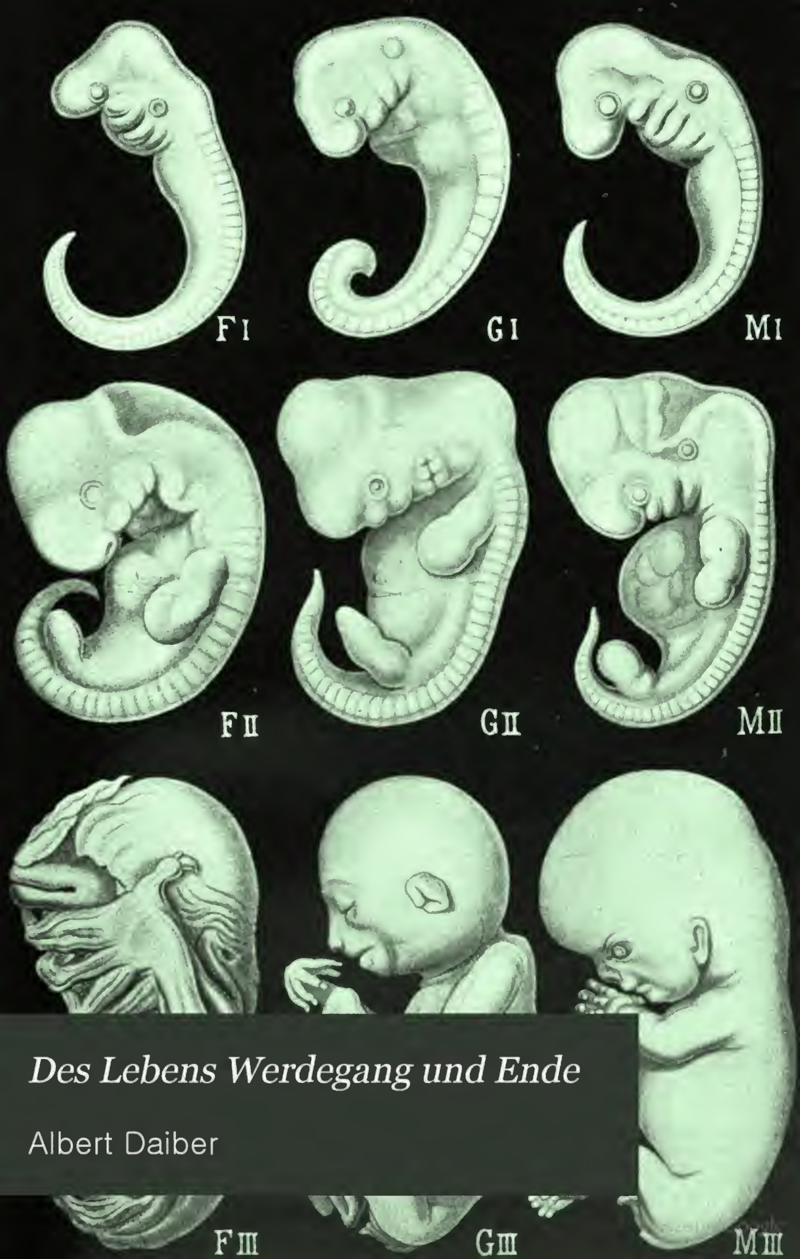
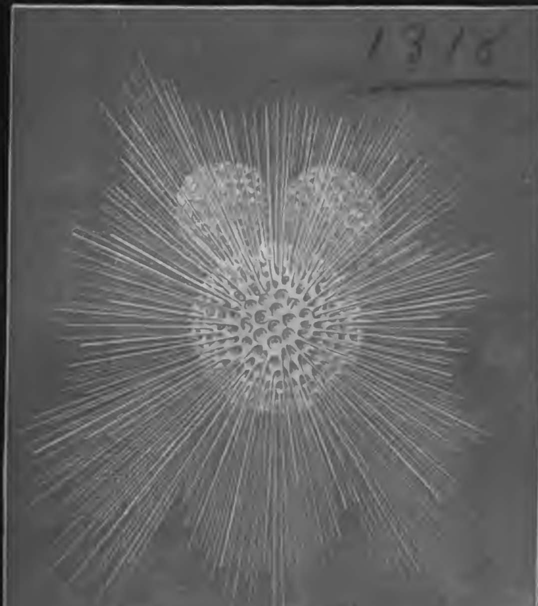


Des Lebens Werdegang und Ende

Albert Daiber

Des Lebens Werdegang und Ende



Ein Urtierchen im Meere

Naturwissenschaftliche Offenbarungen der Neuzeit

Von Dr. A. Daiber.

Mit 7 Tafeln.

Verlag von Strecker & Schröder Stuttgart.

Des Lebens Werdegang und Ende

Naturwissenschaftliche Offenbarungen der Neuzeit

Von

Dr. Albert Daiber

„Geheimnisse sind noch keine Wunder."
Goethe.

6. bis 10. Tausend

Stuttgart
Verlag von Strecker & Schröder
1906

Allen Lesern des vorliegenden Buches kann bestens empfohlen werden das in demselben Verlage erschienene Werk:

Was ist Wahrheit?

Tagebuchblätter eines Mönches auf Ponape

Von

Hildegard Daiber

In aparter feiner Ausstattung. 8°. 175 S.
Geh. M. 2.40, fein geb. M. 3.—

Der Hamburgische Korrespondent sagt am Schluß einer längeren anerkennenden Besprechung: „. . . Das Buch ist klar und ruhig geschrieben, frei von Überspanntheit, aber auch frei von Pedanterie. Der Schöpferin dieser ernsten, formschönen und gedankenfreien Arbeit gebührt die größte Hochachtung aller derer, denen ein Streben nach ‚mehr Licht' innewohnt."

Druck von Strecker & Schröder in Stuttgart

Inhalt.

	Seite
Vorwort	5
Erstes Kapitel. Über Psyche, Materie und Lebenskraft	7
Zweites Kapitel. Über den Urquell alles Seins	25
Drittes Kapitel. Über die Herkunft des Lebens	37
Viertes Kapitel. Die Elemente im Kreislauf des Lebens	63
Fünftes Kapitel. Über äußere und innere Lebensbedingungen	77
Sechstes Kapitel. Über den Tod und die Unsterblichkeit	104
Nachwort. Darwin!	126
Tafeln	151
Erklärung des Titelbildes und der Tafeln	152

Vorwort.

Als letztes Glied in der langen Kette des Entwicklungsganges unseres Lebens fügt sich in natürlichster Weise der Tod ein. Diese Entwicklung von ihrem Anfange bis zu ihrem Ende auf wissenschaftlicher Basis klar und wahr, ohne ermüdende Breite, zu schildern, ist die Aufgabe vorliegenden kleinen Werkes.

Mit Irrtum und ängstlichen Zweifeln kämpft immer noch die Mehrzahl der Menschen. Richtig sagte daher schon Lenau:

> „Das Sterben in der Dämmerung ist schuld
> An dieser freudenarmen Ungeduld."

Wieviel Verstimmung, wieviel Verbitterung wird eben durch diese „Dämmerung" in das menschliche Leben hineingetragen, genährt durch einen Glauben, der vor den Ergebnissen der Forschung heute nicht mehr bestehen kann. Mit aller Kunst und Gewalt wird er zwar noch zu halten gesucht. Der dadurch entfachte Kampf der Geister hat eine schwüle Übergangszeit geschaffen. Das immer stärker aufflammende

Licht der Wahrheit, das dem Menschen an Stelle seines Halbgottwahnes die Selbsterkenntnis bringt, läßt sich nicht mehr dauernd verdunkeln. Eine neue, einheitliche Weltanschauung ist entstanden. Durch sie zittert die wahre Menschenliebe, und die Schar der Jünger dieser Lehre voll Versöhnlichkeit mehrt sich.

Frühling 1906.

Dr. Albert Daiber.

Erstes Kapitel.

Über Psyche, Materie und Lebenskraft.

„Unser Lebensnerv ist die voraussetzungslose Forschung, die Forschung, die nicht findet, was sie nach Zweckerwägung und Rücksichtnahme finden soll und möchte, was anderen außerhalb der Wissenschaft liegenden Zielen dient, sondern was logisch und historisch von dem gewissenhaften Forscher als das rechte erkannt wird, in einem Wort zusammengefaßt: die Wahrhaftigkeit."
Mommsen.

Wenn wir einen Rückblick auf den unendlich langen Gang menschlicher Geistesentwicklung werfen, so werden wir finden, daß viele Probleme, mit denen sich einst unsere Vorfahren beschäftigt haben, verlassen worden sind, weil dieselben entweder ihre endliche Lösung gefunden hatten, oder weil deren Lösung an allgemeinem Interesse verlor. Ich möchte hier nur an die Quadratur des Zirkels erinnern, so uralt wie das Problem des Perpetuum mobile, mit dem sich heute niemand mehr ernstlich abgibt.

Aber seit Jahrtausenden schon zieht sich wie ein roter Faden in der Entwicklung unseres Geisteslebens die von Generation auf Generation überlieferte Frage nach der Ursache der Erscheinungen des Lebens. Mit dem Hinweis

auf einen Schöpfer aller Dinge, auf ein höheres, die Welt regierendes Wesen wurde diese Frage in ebenso bequemer als einfachster Weise zu beantworten gesucht. Da wo der Mensch auch bei ehrlichstem, ernstestem Denken die Lösung des Problems nicht finden konnte, setzte vor uralter Zeit schon der Glaube ans Übernatürliche ein. So entstand der Dualismus, jene zwiespältige Weltanschauung, auch vitale oder teleologische genannt, nach welcher die Lebenserscheinungen lediglich Produkte zweckmäßig wirkender Ursachen (causae finales) sein sollten, und nach der die gesamte Welt in zwei völlig voneinander verschiedene Gebiete zerlegt wird: in die materielle Körperwelt und in die immaterielle Geisteswelt.

Dieser immateriellen Geisteswelt steht ein Gott als Schöpfer und Erhalter vor. So lehrt die dogmatische Theologie. Auf diese Weise wurde in die sich immer mehr und mehr regende Welterkenntnis des Menschen hinein ein unheilvoller Streit getragen, der auch heute noch die Gemüter vieler bewegt und aufregt, trotzdem die forschende, für Wahrheit kämpfende Wissenschaft eine völlig befriedigende Beantwortung des „Urrätsels" gefunden hatte. Aber es ist ja eine traurige, durch Tatsachen genügend illustrierte Wahrheit, daß da, wo tausendjährige,

durch die Macht der Gewohnheit geheiligte und durch das Alter ehrwürdig gewordene Irrtümer überwunden werden müssen, der Widerstand am heftigsten ist und eine Loslösung von Glaubensdogmen geradezu als eines der schlimmsten Verbrechen betrachtet wird.

Doch gegen das, was gewissenhafte Forschung als das wirklich Wahre erkannt und teilweise auch durch eine Menge von einwandsfreien Beweisen gestützt hat, muß auch die größte Woge reaktionärer Flut nach und nach abflauen.

Was verstehen wir nun eigentlich unter der körperlichen Welt? Nichts anderes, als unsere eigene Empfindung, unsere eigene Psyche! Nur aus der sinnlichen Wahrnehmung allein ziehen wir unsere Kenntnisse der Materie. Alles, was wir durch unsere Sinne wahrnehmen können, geschieht nur in der Form der Empfindung. Ein Stück Eisen erscheint uns z. B. als Körper. Was macht aber diesen Körper? Nur eine Summe von Empfindungen, wie Farbe, Schwere, Härte, Kälte u. dgl. m. Von dem Umfange und dem Maße der Entwicklung und Ausbildung unserer Sinnesorgane hängt auch unser Begriff von der Körperwelt ab. Daher müssen auch Menschen mit angeborenem Defekt der Sinne begreiflicherweise ganz andere Vorstellungen

von der körperlichen Welt haben, als normale Menschen.

Die Ursache der Vorstellung des Körperlichen liegt nur in unserem Gehirn. Eine außerhalb desselben existierende Wirklichkeit kann es absolut nicht geben. Somit ist also alles, was außer uns liegt, sei nun der Körper leblos oder lebendig, nichts anderes als unsere ureigenste Vorstellung. So ist für jeden von uns die uns umgebende Welt nur eine Summe von Vorstellungen, unser eigenes Ich nur ein Bruchteil dieses Vorstellungskomplexes.

Das wirklich Reelle, das wir in der Welt zu finden vermögen, ist das, was sich von außen her unseren Sinnen, unserem Gehirne offenbart. Unsere Vorstellung der gesamten Körperwelt ist, wie gesagt, nur ein Produkt der Psyche. Aber die Körperwelt selbst repräsentiert nicht die gesamte Psyche. Es gibt eine Reihe von Empfindungen, wie z. B. Freude, Schmerz, Lust, Unlust usw., die wir nicht als ausschließliche Vorstellung von Körpern beanspruchen können.

Die Aufgabe der Psychologie besteht in erster Linie darin, die höheren psychischen Erscheinungen, die komplizierten Vorstellungsreihen in einfachere Bestandteile aufzulösen. Hiebei gelangt sie zu den einfachsten psychischen Elementen, aus deren

Gruppierung eben diese höheren psychischen Erscheinungen und Vorstellungen resultieren.

Nun aber ist der Begriff der Materie kein einfaches psychisches Element, sondern bereits eine Summe von Vorstellungen. Selbst das Atom, das wir uns als einen aus fortgesetzter Teilung hervorgegangenen, äußerst kleinen, nicht weiter mehr teilbaren Elementanteil des Körpers vorstellen, ist schließlich immer noch ein Körper mit bestimmten Eigenschaften, die wir ihm auf Grund unserer sinnlichen Wahrnehmungen vom analytisch faßbaren Gesamtkörper beilegen.

Die Naturwissenschaft führt nun die Erscheinungen in der Körperwelt auf die Mechanik von Atomen zurück. Damit aber können wir alle psychischen Erscheinungen nicht erklären, wenigstens nicht direkt. Denn wenn auch das Bewußtsein, das Erkennen, mit Bewegung von Atomen untrennbar verbunden ist, so bleibt uns die Art und Weise, wie das Bewußtsein entsteht, wie die komplizierte Form der Verschiebung und Umlagerung der Atome vor sich geht, also schon die einfachste psychische Erscheinung, immer noch verschlossen.

Aber wenn wir annehmen wollen, — und zu dieser Annahme drängt uns die Logik! — daß das Bewußtsein bereits zum Wesen eines Atoms gehört, so wird es lichter, deutlicher in

dieser Beziehung, und wir gelangen zu der Vorstellung, daß schließlich alle Erscheinungen aus einer Ursache entstehen. Und sollen wir uns dieser Deduktion entziehen, wo uns doch sonst alle übrigen Beobachtungen zu einer einheitlichen Weltanschauung führen? Dazu liegt kein Grund vor!

Für uns gibt es somit nur eine Welt, heißen wir sie nun Psyche, Natur oder sonst wie. Das ist gleichgültig. Es sind lediglich Namen für ein und dieselbe Sache. Aber die zwingende Folge davon ist, daß es überhaupt nur eine Art der Erkenntnis geben kann und nicht zwei. Und ferner der weitere, sich von selbst aufdrängende Schluß, daß ein wirklicher Dualismus zwischen Psyche und Materie gar nicht existieren kann. Da nun die Körperwelt ein Stück der Psyche ist, so müssen auch die Gesetze, welche die körperliche Welt, die Materie regieren, vollkommen gleich sein denen, welche die geistige Welt, die Psyche beherrschen.

Dies sind solch einfache, klare Gedankengänge des monistischen Standpunktes, der die Welt als Einheit auffaßt, daß man sich nicht genug darüber wundern kann, wie heute im angebrochenen zwanzigsten Jahrhundert gegen diese grundlegenden Betrachtungen überhaupt noch Sturm gelaufen wird, und wie man von vielen

Seiten wieder mit allem Ernst und Nachdruck das Gespenst einer von der Materie unabhängigen besonderen Kraft auszuspielen wagt.

In heftiger, jeden wahren Beweis schuldig bleibender Art wird in unserer Zeit, die sich so gerne ihres Fortschrittes auf allen Gebieten des Wissens rühmt, immer und immer wieder der exakten Wissenschaft und ihren Vertretern der Krieg bis aufs Messer erklärt. Die Anhänger der alten, bequemen, das Denken so wenig anstrengenden Lehren von der göttlichen und sittlichen Weltordnung setzen alle Hebel in Bewegung, um die angeblich so verderbenbringenden gefährlichen Lehren des „Materialismus“ zu bekämpfen. Selten ist mit einem Worte ein schlimmerer Unfug getrieben worden, wie mit dem Worte: „Materialismus“. Absichtlich, um irre zu führen, wird der naturwissenschaftliche Materialismus (abgeleitet von dem lateinschen Worte materia = Stoff) zusammengeworfen mit dem sog. sittlichen Materialismus. Letzterer hat aber mit ersterem gar nichts zu tun und kennt in seiner praktischen Nutzanwendung nur den Sinnesgenuß. Der naturwissenschaftliche Materialismus ist die durch die Erkenntnis gewonnene Anschauung, daß alle Erscheinungen der Körperwelt aus einer einzigen Ursache entstehen.

Es ist mit anderen Worten der Monismus oder der Kausalismus, der uns lehrt, daß alles in der Welt mit ganz natürlichen Dingen zugeht, daß es keine Wirkung ohne Ursache, keine Ursache ohne Wirkung gibt, und daß Kraft, Stoff und Form unzertrennbar miteinander verbunden sind. Körperliche wie psychische Erscheinungen läßt uns unsere Überlegung auf eine gemeinsame Ursache zurückführen. Die Naturwissenschaft hat uns durch das Experiment gezeigt, daß die Erscheinungen der leblosen Körper sich in letzter Instanz herleiten lassen aus den Eigenschaften der kleinsten, körperlichen Elemente, den kraftbegabten Atomen. Es sind mechanische, kausale Ursachen, chemisch-physikalische Prozesse, welche diesen Vorgängen in der leblosen Natur zugrunde liegen.

Der **Vitalismus** behauptet nun, daß eine besondere Lebenskraft in den Organismen herrsche (vis vitalis, daher der Name Vitalismus), welche mit den chemisch-physikalischen Kräften der anorganischen Materie nichts zu tun habe. Ja, man stand und steht nicht an, dieser mystischen Lebenskraft die Herrschaft über die Kräfte der Natur einzuräumen, indem man geltend macht, daß es schlechterdings unmöglich sei, die psychischen Vorgänge, die sog. Tätigkeit der Seele, auf rein mechanische, d. h. ein-

fache, natürliche chemisch-physikalische Vorgänge zurückzuführen. Hier müsse man notgedrungen zu einem „zweckmäßig-tätigen", also „übernatürlichen" Prinzip seine Zuflucht nehmen. Man ging noch einen Schritt weiter und bestreitet dem Menschen überhaupt die Fähigkeit, die Erscheinungen des organischen Lebens in wirklich befriedigender Weise erklären zu können.

Kein ernster Forscher der Jetztzeit wird die Tatsache in Zweifel ziehen, daß viele unserer einfachsten, allgemeinsten und elementarsten Lebenserscheinungen einer völlig befriedigenden physikalisch-chemischen Erklärung noch entbehren. Aber haben wir das Recht, aus dieser Tatsache den Schluß zu ziehen, daß die Lebensäußerungen sich nicht nach den Gesetzen der Physik und Chemie vollziehen sollen, nach Gesetzen, denen sonst die Welt unterworfen ist? Sicherlich nicht!

Soll eine besondere Lebenskraft da existieren, wo die heutige Wissenschaft experimentell auf ihrem Gebiete erst bis zu einer gewissen Tiefe vorzudringen vermag und die Weiterführung ihrer Erklärungen nur auf dem Wege der Spekulation erfolgen lassen kann? Dazu liegt kein Recht vor! Was heute noch unklar, dunkel ist, morgen schon kann es hell und licht werden! — Wie unser gesamtes Leben einer steten Entwicklung und Vervollkommnung fähig ist, so wird auch

einst ein Geschlecht heranwachsen, welches uns in seinen geistigen Anlagen weit überragen dürfte. Welch kleine Rolle spielt in dieser Richtung die Zeit! Was sind Jahrhunderte, was Jahrtausende in der Entwicklungsgeschichte des Menschen? Es sind Tropfen im Ozean des Lebens!

Um aber auf die Lebenskraft wieder zurückzukommen, so muß gesagt werden, daß genug Umstände geradezu direkt gegen deren Existenz sprechen. Allen Bemühungen der Vitalisten zum Trotze ist es noch nicht gelungen, in den Organismen eine besondere Kraft festzustellen und in ihren Wirkungen zweifellos so zu charakterisieren, wie es die Chemie und Physik für die Kräfte der anorganischen Natur getan hat.

Und die Behauptung, daß die Lebenskraft nur der Ausdruck höchst verwickelter chemisch-physikalischer Vorgänge sei, haben die Vitalisten nicht zu widerlegen vermocht.

So war man z. B. früher lange Zeit der Ansicht, daß bestimmte Stoffe, die sich ausschließlich im lebendigen Organismus vorfinden, nur durch die Wirkung der Lebenskraft entständen, auf chemisch-physikalischem Wege aber nicht darstellbar wären. Schon im Jahre 1828 wurde diese Annahme durch den berühmten Chemiker Wöhler ins Wanken gebracht, indem

er den Harnstoff, das ausschließliche Stoffwechselprodukt des lebendigen Organismus, künstlich im Laboratorium auf dem Wege der Synthese darstellte. Wird das aus rein organischen Stoffen gewonnene cyansaure Ammoniak eingedampft, so entsteht durch Umlagerung der Atome Harnstoff.

Seitdem wurden noch viele andere charakteristische Stoffe des Organismus künstlich dargestellt, wie beispielsweise Harnsäure, Hippursäure, eine Reihe aromatischer Verbindungen u. dgl. m. Die Annahme einer besonderen Lebenskraft für deren Entstehung im Organismus fiel damit weg. Umgekehrt muß aber zugestanden werden, daß die künstliche Herstellung der wichtigsten Pflanzenstoffe, die für die Existenz des tierischen Lebens unentbehrlich sind, noch nicht gelungen ist. Es sind dies die Eiweißkörper. Daß deren Darstellung einmal später gelingen wird, sobald wir uns nähere Kenntnisse darüber verschafft haben, unter welchen chemisch-physikalischen Bedingungen diese Stoffe im Organismus entstehen, dürfte zweifellos sein; denn der Fortschritt der Wissenschaft ist unbegrenzt.

In den Zellen und kapillären Räumen des Organismus gehen begreiflicherweise ganz andere chemische Umsetzungen vor sich, als wie wir sie im großen in unseren Laboratorien ausführen

können. Darin liegt ein Hauptgrund für die außerordentlichen Schwierigkeiten, die unseren Arbeiten in dieser Richtung noch gegenüberstehen und die zu überwinden eine der größten Aufgaben der Forschung sein wird.

Auch ein weiterer, stark ins Gewicht fallender Umstand läßt die Annahme einer besonderen Lebenskraft nicht zu. Wir wissen, daß bei den belebten Gebilden der Erde ein eigener Stoff- und Kraftwechsel als Zeichen des Lebens zum Ausdruck gelangt. Dieser besteht in der Fähigkeit der Pflanzen, aus einfachsten Stoffen, die sie ihrer Umgebung entnehmen, unter dem Einflusse des Sonnenlichtes die kompliziertesten Verbindungen aufzubauen und dieselben solange als integrierende Bestandteile und als Energiefond aufzubewahren, bis sie später als Nahrung in den tierischen Organismus gelangen. In diesem setzt sich die chemische Spannkraft, der Energiefond der Nahrung, in die lebendige Kraft der Bewegung, der Arbeit und Wärme um.

Durch kalorimetrische Untersuchungen sind wir zu der experimentell begründeten, unumstößlichen Überzeugung gelangt, daß die Summe der von einem Tiere produzierten Wärme und Arbeit — ausgedrückt in Wärmeeinheiten, Kalorien — gleich ist der Wärmemenge, der

Anzahl von Kalorien, welche die Nahrung des Tieres bei ihrer Verbrennung außerhalb des Körpers liefert, d. h. mit anderen Worten, daß genau dieselbe Energiemenge, die mit der Nahrung als chemische Spannkraft in den Körper eintritt, bei der Lebenstätigkeit den Körper auch wieder verläßt. — Sämtliche energetische Leistungen des Körpers stammen somit ausschließlich aus den Energiemengen, die mit der Nahrung dem tierischen Organismus zugeführt wurden. Diese ganze daran sich knüpfende Kette von Vorgängen und Erscheinungen nennen wir Stoffwechsel.

Würden wir nun für denselben eine außerhalb dieser Vorgänge stehende besondere Kraft als Ursache annehmen, so kämen wir zu der sonderbaren Schlußfolgerung, daß die Lebenskraft, um den Körper in seinen Funktionen zu erhalten, in diesem selbst fortwährend neu gebildet werden müßte, und zwar, weil hiezu nichts vorhanden ist — aus nichts! Aus nichts ist aber noch niemals etwas entstanden! —

Die Wirkung der Atome in ihrer Masse können wir nicht nur beobachten, nein, wir können sie sogar in der Form ihrer Verbindung fassen. Auch vom chemischen Standpunkte aus brauchen wir daher keine Zuflucht zur Existenz einer Lebenskraft zu nehmen, weil wir, wie

schon erwähnt, die allerkleinsten mit Kraft ausgestatteten Teilchen der Materie, die Atome, nicht sehen können. Auf Grund der reellen Eigenschaften der sichtbaren Körper rechnen wir trotzdem mit diesen unsichtbaren kleinsten Teilchen. Durch vorherige Berechnung und durch Erfüllung gewisser äußerer Bedingungen können wir eine bestimmte Neuanlagerung, eine Neugruppierung von Atomen erreichen und damit die Bildung eines neuen Körpers. Auf diese Weise vermögen wir die Atome in Form ihrer Verbindung zu fassen. Dieses Experiment wird täglich in unseren Laboratorien ausgeführt.

Deshalb aber, daß wir uns den Vorgang der Ankoppelung der Atome in der erhaltenen Verbindung noch nicht recht vorzustellen vermögen, brauchen wir in der übrigen, ganz natürlichen Erscheinung der Körperbildung nichts Übernatürliches, Übersinnliches zu erblicken, nach keiner besonderen, außerhalb des Vorganges stehenden Kraft zu fahnden.

Wenn wir uns die hier angeführten, ebenso einfachen als wahren Tatsachen vor Augen halten, so werden manche früher so unbegreifliche und geheimnisvolle Erscheinungen klarer und somit leichter verständlich. So gehörte z. B. bis in die neueste Zeit hinein der Vorgang der Befruchtung zu einer der allerrätselhaftesten

Erscheinungen. (Tafel 1 und 2.) Die Befruchtung geht bekanntlich dadurch vonstatten, daß sich zwei verschiedene Zellen, die väterliche Spermazelle und die mütterliche Eizelle miteinander verschmelzen (kopulieren).

Wie unendlich verwickelt ist nun gerade der Aufbau einer solchen Zelle, wie außerordentlich kompliziert das Spiel der an die kleinsten Teilchen im Zellkern gebundenen, der Bewegung und Verschiebung aber unterworfenen Kräfte, welche der Entwicklung durch Generationen die Richtung weisen! Und diese Vorstellung vertieft sich, wenn man sich erinnert, daß solch eine einzige Spermazelle, von der z. B. Millionen auf die Fläche einer Kubiklinie gehen, der Träger geistiger Eigenschaften, körperlicher Eigentümlichkeiten, von Eigenarten des Vaters auf den Sohn, ja mit Ausschaltung des Sohnes auf den Enkel sein kann.

Aber trotz der Großartigkeit der Verdichtung, der potenzierten Aufspeicherung körperlicher und geistiger Eigenarten im kleinen Bau einer Zelle, trotz des unendlich komplizierten Spieles der verschiedenen hiebei mitwirkenden Kräfte ist dieser ganze Vorgang der Bildung eines neuen Wesens doch nichts anderes als ein rein mechanischer Prozeß, der sich in erster Linie nach den Gesetzen der Chemotaxis vollzieht. Unter letzterer

verstehen wir die Erscheinung, daß Organismen, die mit aktiver Bewegungsfähigkeit ausgestattet sind — in unserem Falle also die Spermazelle und die Eizelle — unter dem Einflusse bestimmter Reize und spezifischer, chemischer, von der Eizelle abgesonderter Stoffe zueinander hingezogen werden. Ja, die Spermatozoën besitzen die experimentell nachgewiesene Eigentümlichkeit, eine der Strömungsrichtung (Flüssigkeitsstrom aus Uterus und Eileiter) entgegengesetzte Bewegungsrichtung einzuschlagen. Nur dadurch ist es dem kräftigsten Individuum unter diesen kleinsten Zellwesen gestattet, sich den Weg aufwärts zur Eizelle, zur Befruchtung zu bahnen. Bohrt sich nun dieser bevorzugte Spermatozoë mit seinem Kopfe in die Eizelle ein, so ist der Akt der Befruchtung vollzogen. Durch mechanische Wirkung entwickelt sich aus der Kopulation dieser beiden Zellen ein neues Individuum, dessen Anlage schon vorher in Form der Zelle vorhanden war.

Das einst so Wunderbare und Unbegreifliche zeigt sich uns in seiner ebenso einfachen als gewaltigen Größe. Durch die Kenntnis des Befruchtungsvorganges fällt auch der Mythus persönlicher Unsterblichkeit. Da, wo der Anfang unseres Lebens ein mit dem Keimplasma schon gelegter, endlicher ist, kann vernunftgemäß auch

von einer ewigen Fortdauer des Lebens ernstlich keine Rede mehr sein.

Gleiche und ähnliche Erscheinungen der Verschmelzung zweier Zellen können wir heute unter unseren Mikroskopen beobachten und verfolgen (Tafel 3). Sie zeigen uns, welch große Rolle die Erscheinungen der Anpassungen einfachster Art spielen und wie tief die Äußerungen der Chemotaxis in alle Verhältnisse des Lebens hineingreifen. Wir können daher auch hier bei dem Befruchtungsvorgange auf die mystische Erklärung durch eine Vis vitalis verzichten.

Wir sehen eben überall, daß die Annahme einer solchen „Extrakraft" mit den heutigen Resultaten der Forschung unvereinbar ist. Es gibt keine besondere Lebenskraft, die selbständig und unabhängig den Gesetzen der Physik und Chemie gegenübersteht.

Einleuchtend ist, daß die Zukunft auf diesen wissenschaftlichen Gebieten noch mancherlei Änderungen bringen wird; denn eine wirklich abgeschlossene, fertige Wissenschaft gibt es nicht. Aber das bis jetzt in der Erkenntnis tatsächlich Erreichte wird durch die Forschung nur noch mehr vertieft und ausgebaut, niemals aber umgestoßen werden.

Schon die einfachste Logik kann keine anderen Erklärungen der körperlichen Lebenserscheinungen

zulassen, als die, welche die Chemie und Physik auch für die leblose Natur in Anwendung bringt. Denn das ist klar: Alles, was Körper ist, sei es nun lebendig oder leblos, ist denselben ewigen und großen Gesetzen unterworfen, die uns die chemischen und physikalischen Disziplinen offenbaren. Diese Offenbarungen führen uns von selbst auf den allein richtigen Standpunkt des Monismus, jener einheitlichen Weltanschauung, die alle Erscheinungen aus einer einzigen Ursache herzuleiten sucht. Diese monistische Auffassung wird, trotz der gegen sie geübten Kampfweise der Dunkelmänner, mehr und mehr das Gemeingut aller werden.

Die Wissenschaft und die durch sie festgestellte Wahrheit kann mit den geborgten Federn der Wissenschaftlichkeit niemals niedergerungen werden. Der so künstlich geschaffene, durch hohle Phrasen und eine gewaltige, aber leere Dialektik heute noch von den Gegnern freier Forschung und freien Fortschrittes zu stützen gesuchte Dualismus von Körperwelt und Seele, Materie und Psyche, ist nichts anderes als eine grobe Täuschung, darauf berechnet, den Aberglauben an Stelle der Wahrheit festzuhalten, rückständige Anschauungen zu verbreiten und die Entwicklung der Masse zum wahren Menschentum zu hindern.

Zweites Kapitel.

Über den Urquell alles Seins.

„C'est lui, c'est le jour, c'est lui, c'est la vie!"

Lamartine, le soleil.

„Es gibt nur eine Kraft," sagt J. R. Mayer, (Heilbronn 1842) „in ewigem Wechsel kreist dieselbe in der toten und lebenden Natur, da und dort kein Vorgang ohne Formveränderung. Fallkraft, Bewegung, Wärme, Magnetismus, Elektrizität, chemische Differenz sind alle nur verschiedene Darstellungsformen einer und derselben Naturkraft, die im Weltall herrscht; denn es kann jede unter besonderen Bedingungen von einer in die andere übergeführt werden."

Der Urquell aller Kraft, alles Seins ist die Sonne!

Mit ihrem strahlenden Lichte, das binnen wenigen Minuten mit einer uns unvorstellbaren Geschwindigkeit von 42220 geographischen Meilen in einer Sekunde zu unseren Sehwerkzeugen gelangt, strömt unserem Planeten alle Kraft zu. Nachdem die Kraft ihren Weg durch das Pflanzen- und Tierleben vollendet hat, strahlt sie wieder zurück in den unendlichen Weltenraum. Die Kraft selbst ist ebensowenig zerstörbar als der

Stoff, die Materie. „Die Summe aller Spann kräfte und lebendigen Kräfte ist unveränderlich, mit anderen Worten, die Kraft oder die Energie kann weder vernichtet noch neugebildet werden.“ (Robert Mayer, H. Helmholtz.)

Sinnlich wahrnehmbar ist die Kraft nicht. Wir können sie nur durch die Bewegung, deren Ursache sie ist, wahrnehmen. Von der Bewegung aber wissen wir, daß sie niemals vernichtet wird, daß überall da, wo eine Bewegung aufhört, dieses Aufhören nur ein scheinbares ist. Die von uns wahrgenommene Bewegung materieller Massen hat sich entweder in die Bewegung kleinster materieller Teilchen, der Atome, umgesetzt oder in sog. latente Bewegung oder Spannkraft, in die Energie in potentia oder potentielle Energie. Aus dieser kann jeden Augenblick, wenn die äußeren Bedingungen wiederhergestellt werden, dieselbe Menge wahrnehmbarer Bewegung, kinetische Energie, hervortreten.

Wir unterscheiden also die Vorgänge der Bewegung in zwei Arten von Energie, je nach der Arbeit oder Arbeitsfähigkeit:

1. in die kinetische, aktuelle Energie der Bewegung, Arbeitsleistung,
2. in die potentielle Energie der Lage, der Spannkraft, Arbeitsfähigkeit.

Beide Arten treffen wir in den verschiedensten Formen, wie bereits erwähnt. Ohne weiteres verständlich ist, daß jeder sichtbaren Bewegung schon vornherein ein gewisser Energiewert zukommt, da die Bewegung eine bestimmte Arbeitsleistung vorstellt. Daß aber auch in der Arbeitsfähigkeit, d. h. im Zustand der Ruhe ein bestimmter Energiewert liegt, ist für das Verständnis schon etwas schwieriger. Folgende Beispiele mögen es erläutern:

Werfen wir einen Stein mit aller Gewalt in die Höhe, so wird er mit abnehmender Geschwindigkeit aufwärts steigen. Schließlich gelangt er an den Punkt, wo er nicht mehr weiter kommt. Es tritt ein kurzer Moment der Ruhe ein. Die lebendige Kraft der Bewegung des Steines setzt sich in diesem Augenblicke in die latente Bewegung der Ruhe, in Spannkraft um. Nun fällt der Stein wieder abwärts. Die Spannkraft setzt sich wieder um in die lebendige Kraft der Bewegung, und der Stein langt mit derselben Geschwindigkeit wieder unten an, mit der er zu steigen begonnen hatte. Beim Aufschlag auf den Boden erzeugt der Stein eine gewisse Summe von Wärme, welche unter bestimmten Bedingungen genügen würde, ihn zu derselben Höhe wieder zu erheben, aus der er herabfiel.

Oder nehmen wir den elektrischen Strom, eine Form der lebendigen Kraft, um eine chemische Verbindung, wie z. B. das Wasser, in seine Elemente, Wasserstoff und Sauerstoff, zu zerlegen, so ist ein Teil der lebendigen Kraft verschwunden. Dieses Verschwinden ist aber nur scheinbar; denn wir sehen, daß die elektrische Energie in die Form der latenten Bewegung, in chemische Spannkraft umgewandelt ist, die in den getrennten Wasserstoff- und Sauerstoffatomen aufgespeichert liegt. Fallen nun diese Atome wieder zusammen, so setzt sich die Fallkraft in diejenige Form der lebendigen Kraft um, die uns als Licht und Wärme erscheint, wie wir dies am Knallgasfeuer beobachten können. Die bei der Wiedervereinigung der getrennten Wasserstoff- und Sauerstoffatome auftretende Licht- und Wärmemenge entspricht genau derjenigen Summe elektrischer Energie, die zur Zerlegung des Wassers notwendig war. Bei diesen Umformungen tritt kein Verlust an Energie ein; sie wechselt lediglich die Gestalt.

Genau so verhält es sich auch bei allen anderen Vorgängen: Kommt ein Teil der Materie zur Ruhe, so wird dafür ein anderer Teil derselben in Bewegung gesetzt. Die von uns sinnlich wahrnehmbare Massenbewegung wird in

die uns unsichtbare Bewegung kleinster Teile, in die molekulare Bewegung umgesetzt. Massenbewegung, lebendige Kraft setzt sich in die Molekularbewegung, in Spannkraft um und diese wiederum in lebendige Kraft. Die Summe aller Kräfte aber bleibt ewig dieselbe. Dies ist das Gesetz von der Erhaltung der Kraft.

Da alle Energieformen in Wärme übergeführt werden können, so benützt man dieselbe für die Messung der lebendigen Kraft. Als Einheit für das Wärmemaß dient die Kalorie. Wir verstehen unter Kalorie diejenige Wärmemenge welche notwendig ist, um ein Gramm Wasser von 0° auf 1° C zu erwärmen.

Diese Wärmeeinheit entspricht 425,5 Grammmetern, d. h. dieselbe Kraft, welche 1 Gramm Wasser um 1° C erwärmt, vermag ein Gewicht von 425,5 Gramm einen Meter hoch zu heben.

Durch den Zusammenstoß bewegter Massen können Wärmemengen von unermeßlicher Größe erzeugt werden. Würde z. B. die Erde plötzlich in ihrer Bahn gestört und stürzte nunmehr durch die Attraktion in die Sonne (mit einer schließlichen Endgeschwindigkeit von 85 geographischen Meilen in der Sekunde [Robert Mayer]), so würde durch den Zusammensturz eine Wärmemenge entstehen gleich der durch die Verbrennung von über 5000 gleich schweren

Massen reinen Kohlenstoffes gelieferten. (Robert Mayer, H. Helmholtz.) Auf diese Art könnte wissenschaftlich der Nachweis geführt werden, wie auch die Sonnenwärme aus dem Zusammenprall kalter Materie hervorgegangen sein kann. Noch jetzt prallen im Weltenraume zahlreiche kosmische Körper zusammen. Unermeßlich viele Meteore stürzen fortwährend in die Sonne; in der Minute 9400 bis 188000 Billionen Kilogramm. So ist die Wirkung der Attraktionskraft (Schwerkraft) in der Tat vielleicht der alleinige Ursprung aller Wärme. (R. Mayer, Tyndall.)

Alle Bewegungen an der Oberfläche unseres Planeten werden mit Ausnahme der Gezeiten (Ebbe und Flut) durch die Licht- und Wärmestrahlen der Sonne hervorgerufen. Als Folgen der ungleichen Erwärmung der verschiedenen Schichten in der Luft wie im Wasser entstehen alle Luft- und Meeresströmungen, die Winde, wie die Stürme. Durch den Verbrauch der lebendigen Kraft der Sonnenwärme findet an der Oberfläche der Gewässer die Bildung von Wasserdampf statt, der hinaufsteigt in höhere Luftregionen. Wird dieser Wasserdampf nun in den oberen, kälteren Luftschichten abgekühlt, so verdichtet er sich, und als die lebendige Kraft des fallenden Regentropfens kommt die lebendige

Kraft der Sonne wieder zum Vorschein. Es ist daher das umgesetzte Licht der Sonne, dem wir überall begegnen: in all unseren Bächen und Strömen, in allen vom Wasser bewegten Maschinen; umgesetztes Sonnenlicht ist es, das uns im Heulen und Brausen des Sturmes entgegentritt, das die Segel unserer Schiffe schwellt, das durch die in der Steinkohle festgelegte lebendige Kraft der Sonne die Schrauben unserer Schiffe dreht, die Lokomotiven der Züge treibt!

Wie aber steht es mit der Kraft in ihrer Äußerung und Wirkung in den Organismen, den Pflanzen und Tieren?

Wir wissen, daß unter dem Einflusse des Sonnenlichtes die Pflanzen aus einfachen gesättigten Verbindungen, wie Kohlensäure, Wasser, Ammoniak, äußerst komplizierte organische Stoffe aufbauen, wie z. B. Eiweißkörper, Stärkemehl, Zucker, Fette, alles Stoffe, die sich durch ihre große Verwandtschaft (Affinität) zum Sauerstoff auszeichnen. Die Pflanzen führen die lebendige Kraft, die kinetische Energie der Sonnenstrahlen, in chemische Spannkraft, in potentielle Energie über. Nur solange das Licht der Sonne die Pflanzen bescheint, tritt Abspaltung von Sauerstoff ein und vollziehen sich in denselben bestimmte Reduktions- und Aufbauprozesse (Synthesen). Durch das Sonnenlicht wird der

Sauerstoff vom Kohlenstoff und Wasserstoff in der Pflanze getrennt und dadurch der Aufbau der an chemischer Spannkraft reichen organischen Stoffe ermöglicht. Je nach der Intensität des Lichtes nimmt dieser Prozeß zu oder ab.

Alle Spannkräfte der Pflanzen sind also nichts anderes als umgesetztes Sonnenlicht. Sonnenlicht ist es, das uns im Feuer des Holzes wie der Kohle, im brennenden Gase wie Petroleum entgegenstrahlt. Ein gewaltiger Vorrat an festgelegter Kraft, an umgesetztem Sonnenlichte, eine ungeheure Menge chemischer Spannkraft aus urweltlicher Zeit liegt allein in der Kohle aufgespeichert. Vor ungezählten Jahrmillionen hat einst dasselbe Licht, das uns heute unsere Nächte erhellt, unsere Erde als Sonnenlicht beschienen. Im Schoße der Mutter Erde schlummerte es inzwischen, um jetzt erst wieder in der ursprünglichen Energieform zum Vorschein zu kommen.

Alle Tiere sind für ihre Nahrung auf das Pflanzenreich angewiesen. Auch das fleischfressende Tier lebt indirekt von der Pflanzennahrung. Nur durch die Existenz des Pflanzenreiches ist diejenige des Tierreiches möglich!

Ein hungernder Mensch z. B. zehrt von seinem eigenen Körper und verliert stündlich

etwa 50 Gramm von seinem Körpergewicht. Durch die Atmung, die Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft, findet ein konstanter Oxydations- oder Verbrennungsprozeß statt, durch den aus den höchst komplizierten Körperbeständen einfachere gebildet werden. Ob nun die Oxydation, die Verbrennung, langsam oder schnell vor sich geht, ist gleichgültig, stets liefert die gleiche Menge derselben chemischen Bestände des Körpers die gleiche Menge lebendiger Kraft, also zunächst Wärme.

Nach einer gewissen Zeit fühlt der Hungernde den drohenden Erschöpfungszustand seines Vorrates an Spannkraft. Nun stellt sich Hunger, Bedarf an Nahrung ein. Alle diese Nahrung stammt, wie gesagt, direkt oder indirekt aus dem Pflanzenreiche, welches alle dem Tierkörper notwendigen Nahrungsmittel liefert, besonders die drei Hauptvertreter der Nährstoffe: Eiweißstoffe, Fette und Kohlehydrate. Dank ihrer verwickelten chemischen Konstruktion enthalten diese Stoffe reichliche Spannkräfte. Diese setzen sich im Körper, unter der Mitwirkung des eingeatmeten Sauerstoffes in die lebendige Kraft der Wärme, der Arbeit, der Bewegung um.

Daß die Produkte dieser Verbrennung, des tierischen Stoffwechsels, arm an chemischer

Spannkraft und wiederum möglichst einfache Körper sein müssen, dürfte nichts Überraschendes haben. Es erscheinen dieselben einfachen Stoffe wieder, wie sie von den Pflanzen aufgenommen wurden, wie z. B. die Kohlensäure, das Wasser und als wesentlichster Repräsentant der Eiweißkörper der Harnstoff, der aber außerhalb des Körpers rasch und leicht in Ammoniak und Kohlensäure zerfällt.

So findet durch den Einfluß des Sonnenlichtes ein ewiger, ununterbrochener Kreislauf der Stoffe zwischen Pflanzen und Tieren und ein steter Wechsel der Kräfte statt!

Und da die Bildung der Sonnenwärme und des Sonnenlichtes auf die Gravitation der Massen, auf die Energie der Schwere hinweist, so ist vielleicht die Schwerkraft die alleinige Urkraft, der Urquell alles Seins.

Robert Mayer (1845) sagt: „Die Sonne ist die sich beständig spannende Feder, die das Getriebe in unserer Atmosphäre bewirkt, die Gewässer zu den Wolken in die Höhe hebt, die Strömung der Flüsse hervorbringt. Das Licht, die beweglichste aller Kräfte, von der Erde im Fluge erhascht, wird von den Pflanzen in starre Form umgewandelt; denn die Pflanzen auf ihr erzeugen eine fortlaufende Summe chemischer Differenz, bilden ein Reservoir, in

welchem die flüchtigen Sonnenstrahlen fixiert und zur Nutznießung geschickt niedergelegt werden. Die Pflanzen nehmen eine Kraft, das Licht, auf und bringen eine Kraft, die chemische Differenz, hervor. Während des Lebensprozesses findet nur eine Umwandlung so wie der Materie, so der Kraft statt, niemals aber geht eine Erschaffung der einen oder der anderen vor sich."

Durch das Experiment ist der Nachweis erbracht, daß auch für den Organismus das Gesetz von der Erhaltung der Kraft volle Gültigkeit besitzt, daß diese Kraft im Organismus sich in stetem Wechsel offenbart und daß daher unser ganzer Lebensprozeß selbst, unsere eigenen körperlichen Verrichtungen in letzter Instanz nichts anderes sind als umgesetztes Sonnenlicht.

Eine weitere Folge dieser Tatsache rechtfertigt den Schluß, daß auch unsere Psyche, unser seelisches Leben, das man immer noch so gerne außerhalb der materiellen Vorgänge stellt, unsere Empfindungen und Vorstellungen, unsere Affekte und Triebe umgesetztes Sonnenlicht, materielle Bewegungsvorgänge sind.

So ist beispielsweise die Sinnesempfindung das Produkt eines Bewegungsvorganges im Nervensystem; der Willensimpuls bedingt als Folge eine Muskelkontraktion. Die lebendigen

Kräfte der Nerven und Muskelbewegungen resultieren schließlich aus den Spannkräften der Nahrung. Diese bildet den Anstoß, die Quelle der Bewegungsvorgänge. So spielt überall das Licht der Sonne die gewaltigste Rolle und zeigt uns, wie untrennbar verknüpft mit ihm all unsere Lebensfunktionen sind.

Auf Grund unserer Beobachtungen können wir für die große Kette von Vorgängen, die allein zwischen Reiz und Empfindung in der Nervenleitung sowohl wie im Zentralorgan, dem Gehirn, eingeschaltet liegen, keine anderen Erklärungsprinzipien mehr annehmen, als die bereits geschilderten. Wir würden uns sonst nur in haltlosen, unwissenschaftlichen Hypothesen verlieren. Hier bleibt der Zukunft noch ein dankbares Feld für eingehende Forschung. Gerade die physikalische Chemie ist berufen, bei der Analyse der Lebensvorgänge auf viele Fragen ausführlichere Antwort zu geben, als dies uns zurzeit möglich ist.

Drittes Kapitel.

Über die Herkunft des Lebens.

„Die Entstehung des Organischen aus dem Unorganischen ist in erster Linie nicht eine Frage der Erfahrung und des Experimentes, sondern eine aus dem Gesetze der Erhaltung von Kraft und Stoff folgende Tatsache. Wenn in der materiellen Welt alles in ursächlichem Zusammenhange steht, wenn alle Erscheinungen auf natürlichem Wege vor sich gehen, so müssen auch die Organismen, die aus den nämlichen Stoffen sich aufbauen und schließlich wieder in dieselben Stoffe zerfallen, aus denen die anorganische Natur besteht, in ihren Uranfängen aus anorganischen Verbindungen bestehen."

Karl Naegeli.

Einst gab es eine Zeit, wo unser Erdball ein feuriger Körper war, gleich seiner Mutter, der Sonne, die uns heute noch Licht, Wärme und Leben spendet. Unsere härtesten Gesteine, die festesten Metalle, welche heute die erstarrte Rinde unseres Planeten zusammensetzen, befanden sich damals in feurigflüssigem Zustande. Tausende von Graden muß die Temperatur der aus glühenden Gasen zusammengesetzten Atmosphäre betragen haben.

In diesem einen Punkte treffen alle wissenschaftlichen Disziplinen zusammen, nämlich in der Übereinstimmung der Vorstellung, daß unser Planet einen solchen Zustand der Entwicklung

durchlaufen hat. Physik und Astronomie, Geologie und Geognosie, Mineralogie und Chemie haben sich zu derselben Meinung durchgearbeitet.

Mit Hilfe des Spektralapparates, mit den verbesserten Fernrohren sehen wir, daß im Universum noch jetzt Weltenkörper sich befinden, die in allen Stadien des Überganges, vom einfachen gasförmigen Nebelfleck durch die feurigflüssige Kugel hindurch zur festen Masse uns die Entwicklungsgeschichte unserer eigenen Mutter Erde selbst in erhaben großartiger und doch zugleich einfacher Form vor Augen führen.

Auch das Schicksal, das einst unserer Erde bevorsteht, zeigen uns die in eisiger Kälte erstarrten fernen Himmelskörper. Gerade unser Mond ist es, der uns das künftige Los unseres Planeten zu klarem Bewußtsein bringt.

Daß bei solch ungeheuren Temperaturen der Atmosphäre vor Äonen kein Tropfen Wasser existieren konnte, ist ohne weiteres einleuchtend. Damit aber war auch jede Bedingung für die Existenz von Organismen auf unserem Planeten zur Zeit seines langsamen Überganges vom gasförmigen, feurigflüssigen Zustande in den dichteren, festeren ausgeschlossen.

Alle unsere diesbezüglichen Ansichten über die

Herkunft des Lebens auf der Erde können daher lediglich spekulativer Richtung sein. Es sind Hypothesen, Theorien, von denen nur die wichtigsten angeführt werden sollen.

Die Lehre von der Urzeugung, Archigonie, Generatio aequivoca oder spontanea, drückt sich, kurz gefaßt, dahin aus, daß die lebendige Substanz zu irgendeinem späteren Zeitpunkt der Erdentwicklung einmal aus lebloser Substanz entstanden sein müsse. Schon Aristoteles stellte, allerdings in roher Form, eine Art von Urzeugungslehre auf, die sich sehr lange erhielt und erst in neuester Zeit durch den Fortschritt der Untersuchungen, besonders auf dem Gebiete der Metamorphose der Insekten, fallen gelassen werden mußte.

Neue Anhaltspunkte gewann aber die Lehre von der Urzeugung wieder, als mit der Einführung des Mikroskopes in die Wissenschaft der Forschung die Entdeckung einer bis dahin völlig unbekannten, formenreichen Welt gelang. Und als man ferner fand, daß in jedem Aufguß, Infusum, von Wasser auf tote organische Substanz nach kurzer Zeit eine Fülle von kleinsten Lebewesen sich entwickelte, so glaubte man, aus diesen Infusorien oder Aufgußtierchen mit Recht auf eine Urzeugung schließen zu dürfen. Anders konnte man sich die Bildung dieser niedersten

und einfachsten Organismen aus toten Stoffen nicht erklären.

Durch die Beobachtungen von Edwards, Schwann, Max Schulze, Helmholtz u. a. stellte es sich aber bald heraus, daß die Organismen sich aus Keimen entwickeln, welche schon vorher in den Stoffen enthalten sind, oder durch die Luft in die Gefäße gelangten. Machte man nämlich die Substanzen durch Kochen vorher keimfrei, und verhinderte man, daß durch die Luft Keime in den Aufguß gelangten, so unterblieb die Entwicklung, man mochte den Aufguß stehen lassen, so lange man wollte.

Die kleinsten aller Lebewesen, die Bakterien, die unser Interesse teilweise schon ihrer innigen Beziehungen zu den Infektionskrankheiten wegen auf das lebhafteste erregen, lieferten anfangs der Lehre von der Urzeugung ebenfalls neuen Stoff zu ihrer Begründung. Aber die außerordentlich verfeinerten Methoden der Bakteriologie wiesen rasch und schroff die Urzeugung zurück. Sie lieferten den Beweis, daß unter Abschluß aller Keime, die von außen her auch auf den fruchtbarsten Nährboden gelangen könnten, dieser selbst steril, d. h. bakterienfrei bleibt. Umgekehrt aber entwickelt sich sofort eine ungeheure Menge von Mikroorganismen aller Art auf diesem selben Nährboden, sobald er nur für

kurze Augenblicke der Luft offenen Zutritt gewährt.

Alle Bemühungen, in unseren Laboratorien künstlich aus toten Stoffen auch nur die kleinste lebendige Substanz oder einen Mikroben zu erzeugen, scheiterten bis jetzt an der Unkenntnis der genauen chemischen Zusammensetzung der wichtigsten Stoffe, aus denen alle lebendige Substanz besteht; es sind dies kompliziert aufgebaute Eiweißverbindungen. Ernst Haeckel war es, der als erster aus den widerspruchsvollen Ideen der Urzeugung das Vernünftige herausschälte und auf wirklich wissenschaftlichen Boden stellte. Für ihn ist die Frage, ob jetzt noch lebendige Substanz durch Urzeugung irgendwo entsteht oder nicht, mit Recht höchst gleichgültig. Merkwürdigerweise steht die Mehrheit der Forscher der Frage der Urzeugung heute noch ablehnend gegenüber. Haeckel dagegen hat den kühnen Schluß gezogen, daß die lebendige Substanz zu einem Zeitpunkt der Erdentwicklung einmal aus leblosen Substanzen entstanden sein muß, weil es eben eine Zeit gab, wo die Erde sich in einem Zustande befand, der jedes organische Leben überhaupt ausschloß.

Dieser Zeitpunkt kann nach Haeckel nicht früher datiert werden, als zu einer Zeit, wo sich der in der Atmosphäre ringsum suspendierte

Wasserdampf in tropfbarflüssiger Form niedergeschlagen hatte. Haeckel betont ganz besonders, daß die durch Urzeugung entstandenen Organismen noch keine Zellen, sondern die niedrigsten und einfachsten Organismen gewesen sein müssen, die wir uns vorstellen können: vollkommen homogene, strukturlose, formlose Eiweißklümpchen. Diese lebendigen Eiweißklümpchen könne man sich entstanden denken durch Wechselwirkung der im Urmeere gelösten Substanzen.

Das „Wie" der Entstehung weist Haeckel ausdrücklichst zurück, und zwar mit Fug und Recht. Er sagt: „Jede irgendwie ins einzelne eingehende Darstellung der Autogenie ist vorläufig schon deshalb unstatthaft, weil wir uns durchaus keine irgendwie befriedigende Vorstellung von dem ganz eigentümlichen Zustande machen können, den unsere Erdoberfläche zur Zeit der ersten Entstehung der Organismen darbot."

Von den überaus einfachen niedersten, durch Urzeugung entstandenen Organismen, die Haeckel ihrer Einfachheit wegen als „Moneren" bezeichnet, stammen dann durch lückenlose Deszendenz die Zellen und sämtliche Organismenformen ab, die heute noch die Erdoberfläche bevölkern. — So einleuchtend nun gerade diese Schlußfolgerungen sind, so hat die Ansicht

Haeckels vielfach Widerspruch erregt und der Aufstellung neuer Theorien gerufen.

Die Kosmozoëntheorie, begründet von H. E. Richter, geht von der Ansicht aus, daß überall im Weltenraume kleine Teilchen fester Substanzen sich herumtreiben, die bei der raschen Bewegung der Weltkörper von diesen fortwährend abgeschleudert werden und nun mit den an diesen festen Teilchen haftenden lebensfähigen Keimen von Mikroorganismen auf andere bewohnte Weltkörper als „Kosmozoën" gelangen. Finden nun diese Keime an ihrem neuen Orte günstige Lebensbedingungen, wie z. B. mäßige Wärme und Feuchtigkeit, so beginnen sie sich hier zu entwickeln und bilden den Ausgangspunkt für eine reiche Organismenwelt. „Irgendwo im Weltenraum", sagt Richter, „hat es immer Weltkörper gegeben, auf denen Leben existierte." Das organische Leben ist nach Richter niemals entstanden, sondern ist von einem Weltkörper auf den anderen übertragen worden. Das Problem des Lebens heißt bei Richter nicht: „Wie ist das Leben auf der Erde entstanden?" Sondern: „Wie ist es von den anderen Weltkörpern auf die Erde gelangt?"

Daß lebensfähige Keime vom Weltenraume her durch die Atmosphäre auf die Erdoberfläche gelangen, ohne dabei durch die infolge der

enormen Reibung entstehende Glühhitze vernichtet zu werden, für diese Möglichkeit spricht nach Richter die Beobachtung, daß in manchen Meteorsteinen Spuren von Kohle, ja sogar von Humus und petroleumartigen Stoffen vorkommen sollen. Wenn diese auf ihrer Reise durch den Weltenraum ohne zu verbrennen auf unsere Erde gelangen können, dann wäre es auch möglich, daß lebensfähige Keime die Atmosphäre passieren, ohne ihre Lebensfähigkeit einzubüßen.

Zweifellos richtig ist, daß organische Keime eine lange Reise von einem Himmelskörper auf den anderen ohne Wasser und Nahrung vertragen können. Gerade in den scheintoten Organismen, wie sie ja auch die Sporen von Mikroorganismen vorstellen, kennen wir lebendige Substanzen, welche lange Zeit ohne Wasser, ohne jegliche Nahrung überhaupt in diesem scheintoten Zustande beharren können, um erst unter bestimmten erforderlichen Lebensbedingungen zu neuem Leben zu erwachen.

Die Theorie von Preyer über die Kontinuität des Lebens stellt sich dagegen in offensten Gegensatz zur Lehre von der Urzeugung und zur Kosmozoëntheorie. Sie besagt in kurzen Zügen folgendes:

„Die ganze feurigflüssige Masse des Erd-

balles war ursprünglich ein einziger riesiger Organismus. Die mächtige Bewegung, in welcher sich seine Substanz befand, war sein Leben. Als aber der Erdkörper sich abzukühlen begann, da schieden sich die Stoffe, welche bei jener Temperatur nicht mehr in flüssiger Form verharren konnten, wie z. B. die schweren Metalle, als feste Massen aus und bildeten, da sie nicht mehr an der Lebensbewegung des Ganzen teilnahmen, die tote anorganische Substanz. So entstanden die ersten anorganischen Massen. Dieser Prozeß schritt fort. Zunächst waren es immer noch feurigflüssige Massen, welche das Leben des Erdkörpers gegenüber der anorganischen Masse repräsentierten. Dann erst, als auch diese Kombinationen im Laufe der Zeit an der Oberfläche der Erdkugel erstarrten, d. h. starben und ausstarben, kamen Verbindungen der bis dahin noch gasig und tropfbarflüssig gebliebenen Elemente zustande, die nun nach und nach dem Protoplasma, der Basis des Lebendigen unserer Tage, immer ähnlicher wurden. Immer verwickeltere Verbindungen, chemische Substitutionen, immer dichtere Körper, immer mehr komplizierte, ineinander greifende Bewegungen sich näher aneinander lagernder Teile mußten mit der Temperaturabnahme und Verminderung der

Dissoziationen eintreten, und hiebei erst konnten die durch die fortschreitende Differenzierung möglichen, sich gleichenden Anfangsformen des Pflanzen- und Tierreiches von Dauer sein. — Wir sagen also nicht, daß das Protoplasma von Anfang der Erdbildung an als solches da war, auch nicht, daß es als solches anfangslos von anderswoher, von außen aus dem Weltenraum auf die abgekühlte Erde einwanderte, noch weniger, daß es sich aus anorganischen Körpern auf dem Planeten ohne Leben zusammengesetzt habe, wie es der Urzeugungsglaube will, sondern wir behaupten, daß die anfangslose Bewegung im Weltall Leben ist, daß das Protoplasma notwendig übrigbleiben mußte, nachdem durch die intensivere Lebenstätigkeit des glühenden Planeten an seiner sich abkühlenden Oberfläche die jetzt als anorganisch bezeichneten Körper ausgeschieden worden waren, ohne daß sie wegen fortschreitender Temperaturabnahme der Erdhülle in die nach und nach an Masse abnehmenden heißen Flüssigkeiten wieder eintreten konnten. Die schweren Metalle, einst auch organische Elemente, schmolzen nicht mehr, gingen nicht wieder in den Kreislauf zurück, der sie ausgeschieden hatte. Sie sind die Zeichen der Totenstarre vorzeitiger, gigantischer glühender Organismen, deren Atem vielleicht leuchtender Eisen-

dampf, deren Blut flüssiges Metall und deren Nahrung vielleicht Meteoriten waren."

Auf dem Gebiete der Frage nach der Herkunft des Lebens auf der Erde hat Pflüger mit seiner Cyantheorie eine der besten Arbeiten geliefert. Er sagt: „Wenn man an den Anfang des organischen Lebens denkt, muß man nicht Ammoniak und Kohlensäure primär in das Auge fassen. Denn beide sind das Ende des Lebens, nicht der Anfang. Der Anfang liegt vielmehr im Cyan." Nun aber entsteht sofort die Frage: Wie bildet sich Cyan, das, wie bekannt, aus Kohlenstoff (C) und Stickstoff (N) besteht? Die organische Chemie zeigt uns, daß Cyan und seine Verbindungen, wie Cyankalium, Cyanammonium, Cyansäure u. a. m., nur in der Glühhitze entstehen, wenn die nötigen stickstoffhaltigen Verbindungen mit glühenden Kohlen zusammengebracht, oder das Ganze zur Weißglut erhitzt wird. Pflüger fährt nun fort: „Es ist sonach nichts klarer, als die Möglichkeit der Bildung von Cyanverbindungen, als die Erde noch ganz oder partiell in feurigem oder erhitztem Zustande war. Unterstützend für diese Ansicht wirkt die Tatsache, daß auch andere wesentliche Bestandteile des Eiweißes, wie etwa Kohlenwasserstoffe, Alkoholradikale u. dgl. m. ebenfalls synthetisch in der Hitze entstehen können.

Man sieht, wie ganz außerordentlich und merkwürdig uns alle Tatsachen der Chemie auf das Feuer hinweisen, als die Kraft, welche die Konstituenten des Eiweißes durch Synthese erzeugt hat. Das Leben entstammt also dem Feuer und ist in seinen Grundbedingungen angelegt zu einer Zeit, wo die Erde noch ein glühender Feuerball war. Erwägt man nun die unermeßlich langen Zeiträume, in denen sich die Abkühlung der Erde unendlich langsam vollzog, so hatten das Cyan und die Verbindungen, die Cyan und Kohlenwasserstoffe enthielten, alle Zeit und Gelegenheit, ihrer großen Neigung zur Umsetzung und Bildung von Polymerien in ausgedehntester Weise zu folgen und unter Mitwirkung des Sauerstoffs und später des Wassers und der Salze in jenes selbstzersetzliche Eiweiß überzugehen, das lebendige Materie ist."

Die Theorie von Allen lehnt sich an die Pflügersche an. Allen steht ebenfalls auf dem Boden der Urzeugungslehre und legt gleich Pflüger den Schwerpunkt auf den Stickstoff. Er faßt sich aber allgemeiner als dieser und vermeidet, auf Einzelheiten einzugehen. In der Eigenschaft des Stickstoffs, labile Atomkomplexe zu bilden, wie sie ganz besonders die lebendige Substanz charakterisieren, sieht Allen den Kern

des Lebens. Gleich Pflüger berücksichtigt auch Allen die Tatsache, daß der Sauerstoff für die Zersetzlichkeit der lebendigen Substanz von fundamentalster Bedeutung ist, und daß mit der Zersetzung eine beträchtliche Entwicklung von Energie verbunden ist.

Das aktive Molekül der lebendigen Substanz stellt sich Allen als ein ungeheuer komplexes Molekül vor, in dem verschiedenartige Atomgruppen durch Stickstoffatome in eigenartiger Weise verknüpft sind. Welche Atomgruppen im Innern des großen Moleküls der Stickstoff verbindet, diese Frage läßt Allen offen. Spezielle Bindungen des Stickstoffes, wie z. B. zum Cyanradikal, näher zu besprechen, vermeidet Allen, da hier die verschiedenartigsten Möglichkeiten gegeben sind.

Im übrigen schließt sich Allen der Vorstellung Haeckels an, daß die Anfänge des Lebens erst begannen, als sich das Wasser auf der Erdoberfläche bereits niedergeschlagen hatte. Die unlöslichen, schwereren und stabileren Verbindungen lagerten sich zu dieser Zeit ab, während die labileren, zersetzlicheren teils gasförmig in der Luft, teils gelöst im Wasser enthalten waren. Durch die mächtigen elektrischen Entladungen entstanden, wie dies ja heute noch in kleinem Maße der Fall ist, Ammoniak und

die Oxyde des Stickstoffs, die durch den Regen niedergerissen und gelöst wurden. Im Wasser war Kohlensäure vorhanden und in gelöster Form die Phosphate, Chloride, Sulfate der Alkalien und Metalle. So war dem Stickstoff Gelegenheit gegeben, mit den verschiedensten anderen Körpern in Wechselbeziehung zu treten und aus derselben die lebendige Substanz zu bilden.

Treten wir nun auf diese Theorien etwas näher ein, so sehen wir, daß zwischen den entwickelten Vorstellungen sehr starke Gegensätze bestehen. Helmholtz stellte schon den Satz auf: „Organisches Leben hat entweder zu irgendeiner Zeit angefangen zu bestehen, oder es besteht von Ewigkeit." Die erstere Ansicht liegt der Urzeugungslehre zugrunde, die letztere der Kosmozoëntheorie und bis zu einem gewissen Grade auch der Preyerschen Theorie.

Was nun die Kosmozoëntheorie anbelangt, so ist dieselbe natürlich schwer zu widerlegen. Solange wir nicht den Transport lebensfähiger Keime von einem Weltenkörper auf einen anderen mit absolutester Sicherheit als eine Unmöglichkeit erklären können, ist an eine direkte Widerlegung dieser Theorie nicht zu denken. Indirekt aber hat dieselbe alle Unwahrscheinlichkeit für sich.

Alle Organismen bestehen nur aus solchen chemischen Grundstoffen oder Elementen, die wir auch in den anorganischen Körpern antreffen. Der Unterschied besteht nur in der Art der Verbindung, des Aufbaues. Prinzipiell stehen die Eiweißkörper in keinem Gegensatz zu den anorganischen Stoffen. Sie setzen sich aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Schwefel und Stickstoff zusammen, einige enthalten auch Phosphor, andere, wie z. B. unser Blutfarbstoff, auch Eisen. Die wesentlichsten Verbindungen der lebendigen Substanz führen zu der Folgerung, daß zwischen ihr und den anorganischen Verbindungen kein unüberbrückbarer Gegensatz besteht. Sollen nun die Eiweißkörper niemals entstanden sein, sondern irgendwo im Weltenraume präformiert existiert haben und von dort auf unsere Erde gelangt sein, so müssen wir auch mit demselben Rechte annehmen, daß in ganz gleicher Weise die anorganischen Verbindungen, wie Kalkstein, Feldspat, Quarz u. dgl. m. irgendwo schon vorher vorhanden gewesen und nun auch von außen her, auf unsere Erde gelangt seien.

Bauen wir aber diese Vorstellung weiter aus, so kommen wir zu dem geradezu tollen Resultate, daß schließlich alle Verbindungen der ganzen Erde fix und fertig von außen her in

unser Planetensystem eingewandert sein müssen. Aber gegen eine solche, wenn auch konsequente, so doch im Resultate absurde Deduktion lehnt sich unser Wissen energisch auf. Sie sei auch nur deshalb angeführt, um zu zeigen, wohin schließlich ein richtig ausgesponnener Gedanke führen muß.

Wir haben Beispiele genug von Mineralien, die nachweislich erst auf der Erde entstanden sind, und zwar auf chemischem Wege. In unseren Laboratorien können wir täglich chemische Verbindungen in kristallinischer Form aus einfacheren Stoffen entstehen lassen.

Auch die Pflanzenphysiologie steht der Kosmozoëntheorie schroff gegenüber. Daß das Leben niemals aus anorganischen Stoffen entstanden sei, widerlegt schon die einfache Tatsache, daß heute noch fortwährend in der Pflanzenwelt aus den ganz gewöhnlichsten anorganischen Verbindungen, aus Kohlensäure, Wasser, Nitraten (salpetersauren Salzen), Nitriten (salpetrigsauren Salzen) u. dgl. m. organische Substanz gebildet wird.

Steckt man im Frühjahr das kleine, unscheinbare Samenkorn in die Erde und betrachtet man im Sommer die relativ mächtige Pflanze, die sich aus ihm entwickelt hat, so wird man mit Recht staunen über die Summe von leben-

diger Kraft, gebildet aus den rein anorganischen Stoffen ihrer Umgebung. Und kommt der Winter, so kehrt fast die ganze Masse dieser lebendigen Substanz in einfachere, anorganische Verbindungen zurück.

Gerade die Natur ist es, die uns zeigt, daß die anorganische Materie mit der organischen untrennbar verknüpft ist. Sie zeigt uns ferner, daß lebendige Substanz fortwährend aus lebloser Materie entsteht und fortwährend wieder in leblose Substanz zerfällt. Ein ewiger Kreislauf zwischen dem Organischen, dem Lebendigen und dem Anorganischen, dem Leblosen! — Mit Recht sagte daher auch schon der berühmte Botaniker Naegeli: „Was wir sicher wissen, — daß das Unorganische in den Organismen zu organischer Substanz wird und daß die organische Substanz wieder vollständig in unorganische Verbindungen sich zurückverwandelt — genügt, um vermöge des Kausalgesetzes die spontane Entstehung der organischen Natur aus der unorganischen abzuleiten." — . . . „Die Urzeugung leugnen, heißt nichts anderes als das Wunder verkünden!" . . .

Die Differenz der Preyerschen Theorie und der Urzeugung liegt eigentlich nur in der Fassung des Lebensbegriffes. Letzteren faßt Preyer viel weiter und bezeichnet auch glühende Massen als

lebendig, die mit der jetzigen lebendigen Substanz in keiner Verwandtschaft mehr stehen, auch keine entfernte Ähnlichkeit mehr mit ihr haben.

Der Begriff der lebendigen Substanz, wie wir ihn heute fixieren, ist aus einer Reihe von genauen Vergleichungen der jetzt lebenden Organismen mit den jetzt noch existierenden anorganischen Körpern hervorgegangen. Diese gründlichen Untersuchungen haben übereinstimmend ergeben, daß der einzig durchgreifende Unterschied in dem Stoffwechsel, in der Umsetzung der Eiweißverbindungen besteht. Eiweiß fehlt keinem einzigen Organismus. Worin sich dieser vom toten Organismus unterscheidet, das ist eben der Stoffwechsel des Eiweißes.

Alle lebendige Substanz ist einst aus Substanzen hervorgegangen, die wir als leblos zu bezeichnen gewohnt sind. Diesem Schlusse können wir uns schlechterdings nicht entziehen.

Wenn wir uns nun an die Pflügersche Idee anlehnen, so können wir sagen, daß die Wurzeln unseres Lebens wahrscheinlich bis in jene Zeit hinabreichen, in der die Oberfläche der Erde noch glühend war. Denn die damals vorhandenen Stickstoffverbindungen sind das wesentliche Material, aus dem die lebendige Substanz ihren Ursprung nahm. Bei ihrer außerordentlich leichten Zersetzbarkeit mußten

sie in Wechselwirkung mit den verschiedenen Kohlenstoffverbindungen, z. B. den Karbiden, treten, die ebenfalls der Glühhitze ihre Entstehung verdankten.

Als das Wasser sich dann in tropfbarflüssiger Form auf die Erdoberfläche niederschlug, gingen diese dem Feuer entsprossenen Verbindungen chemische Beziehungen ein mit dem Wasser und den darin gelösten Gasen und Salzen. So entstanden die lebendigen Eiweißverbindungen, jene höchst labilen Körper, die sich durch ihre Neigung und Polymerisierung auszeichnen und die die wesentlichsten Bestandteile der lebendigen Substanz bilden. Diese erste lebendige Substanz, welche sich durch Urzeugung aus lebloser Substanz formte, war jedenfalls noch sehr einfach, ohne Differenzierung. Sehr wahrscheinlich hatte diese Substanz nicht den Wert einer Zelle, d. h. sie war noch nicht in Kern und Protoplasma geschieden, sondern war vielmehr in allen ihren Teilen gleichartig, wie es Haeckel für seine Moneren annimmt. (Tafel 4.)

Das ist so ungefähr die Vorstellung, die man sich heute mit einem gewissen Recht auf Wahrscheinlichkeit über die Entstehung der lebendigen Substanz machen kann. Daß sie später einmal in ihren Einzelheiten modifiziert werden mag, ist natürlich nicht ausgeschlossen.

Mit dem Erscheinen der lebendigen Substanz auf unserem Planeten gewinnen wir wieder festeren Boden, denn hier ist der Punkt, wo die von Lamarck und Darwin begründete, besonders aber von Haeckel, Weismann u. a. ausgebaute Deszendenzlehre einsetzt und uns die weiteren Schicksale der lebendigen Substanz bis in unsere Zeit erklärt. Auf die Begründung dieser Lehre wird im Nachwort „Darwin!" näher eingetreten. Die Deszendenzlehre zeigt uns nicht nur die lückenlose Abstammung unserer jetzigen Organismen von der ersten, aus leblosen Stoffen entstandenen lebendigen Substanz, sondern sie weist uns auch zugleich den Weg, den die Entwicklung der lebendigen Substanz auf Erden genommen hat.

Haeckels Idee der Stammbäume ist heute, allen Anfeindungen zum Trotze, von den Morphologen im großen und ganzen als richtig angenommen worden. Über kleinere Differenzen, die aber durch fortschreitende Erkenntnis beseitigt werden, herrscht da und dort noch höchst überflüssiger Streit.

Folgen wir nun Haeckel, so haben sich aus den ersten lebendigen Massen, den Moneren, durch Differenzierung der homogenen Substanz in Kern und Plasma die ersten einzelligen

Organismen, die Protisten gebildet. Auf diesen baut sich Tier- und Pflanzenreich auf. Unter den Protisten fand eine Differenzierung in der Art des Stoffwechsels statt, d. h. sie trennten sich in Protisten mit pflanzlichem Stoffwechsel, Protophyten, und in Protisten mit tierischem Stoffwechsel, Protozoën. Während die ersteren noch immer fortfuhren, ihre lebendige Substanz aus anorganischen Stoffen aufzubauen, vereinfachten die letzteren den Stoffwechsel, indem sie gleich die von den ersteren gebildete organische Substanz zum Aufbau ihres Körpers benutzten.

Von den Protophyten stammen alle Pflanzen (Metaphyten), von den Protozoën alle Tiere (Metazoën) ab.

Eine befriedigende Erklärung für die Wandlung der Formen gab uns erst die Selektionstheorie von Darwin. Dieser große Forscher geht von der Tatsache aus, daß alle Individuen derselben Organismenform, ja sogar alle Nachkommen desselben Elternpaares in mehr oder weniger merkbarer Weise voneinander verschieden sind. Diese Erscheinung bezeichnet man als „individuelle Variabilität". Sie ist teils die Folge der geschlechtlichen Vermischung (Amphimixis), teils die Folge verschiedener äußerer Einwirkungen, welche sich auf das

Keimplasma der einzelnen Embryonen von seiten ihrer Umgebung, sei es im elterlichen Organismus selbst, sei es außerhalb desselben geltend machen.

Von diesen nun mehr oder weniger verschiedenen Individuen derselben Generation werden im Kampfe ums Dasein (struggle for life) nur diejenigen am Leben bleiben, welche sich am besten den äußeren Lebensbedingungen anpassen. Die anderen, die eben diesen Bedingungen nicht zu genügen vermögen, gehen im Konkurrenzkampfe des Lebens zugrunde. So kommen nur die kräftigsten, ausgelesensten Individuen zur Fortpflanzung. Diese können ihre Eigenschaften auf ihre Nachkommen vererben. In diesem Übrigbleiben, in dieser Auswahl passender Individuen besteht die „natürliche Zuchtwahl (natural selection)" Darwins. Es ist klar, daß bei fortgesetzter Auswahl die Organismen den jeweiligen Lebensbedingungen in weitgehendstem Maße angepaßt sein müssen. Formgestaltung und Organisation, überhaupt alle Eigenschaften der lebenden Substanz, stehen in engster Beziehung zu den äußeren Verhältnissen auf der Erdoberfläche. Verändern sich diese, so müssen sie auch naturgemäß die Eigenschaften der Organismen in entsprechender Weise umgestalten.

Viertes Kapitel.

Die Elemente im Kreislauf des Lebens.

„Bewegung, Wechselwirkung herrscht überall in der toten und belebten Natur, im gesamten Weltenraume! Nur diesen ewigen Bewegungsvorgängen allein danken wir unsere Existenz; sie sind es somit, die das repräsentieren, was wir Leben nennen."
Albert Daiber.

Unter den naturwissenschaftlichen Disziplinen ist es die chemische Forschung, welche am tiefsten in die Geheimnisse der körperlichen Welt eingedrungen ist. Sie löst gewissermaßen vor unseren Augen die Körper in ihre Bestandteile auf, indem sie dieselben bis in jene unendlich kleinsten Teilchen überführt, die wir als Atome bereits kennen gelernt haben.

Der fast unerschöpfliche Reichtum an Formen in der Körperwelt setzt sich aus den Atomen einer relativ kleinen Anzahl von einfachen Körpern oder Grundstoffen zusammen, die bis jetzt noch an der Grenze chemischer Umwandlung stehen. Wir bezeichnen diese Stoffe als Elemente. Bis heute kennt man deren über siebzig. Metalle und Nichtmetalle, wie z. B. Sauerstoff, Kohlenstoff, Schwefel, Phosphor, gehören zu ihnen.

Die Folge der Anpassung an die äußeren Lebensbedingungen setzt eine fortwährende Vererbung der angeborenen, wie auch der erworbenen Eigenschaften voraus. Über die Frage, ob sich nur angeborene oder auch erworbene Eigenschaften vererben, ist unendlich viel Streit entstanden. Es ist zum Staunen, wie über eine Frage theoretische Erörterungen noch gepflogen werden mögen, die sich in praxi mit all ihren Konsequenzen oft genug als bestehend zeigt. Für den, der sehen will, kann darüber kein Zweifel mehr existieren, daß auch erworbene Eigenschaften der Eltern direkt und indirekt auf ihre Nachkommen übertragbar sind. Da gerade der Mensch im allgemeinen um so weniger Selektion für die Verbesserung seiner Art betreibt, je „zivilisierter" er ist, so ist es auch verständlich, warum die erworbenen guten Eigenschaften weniger markant in der Vererbung hervortreten, als die negativen.

Lassen wir noch einmal die Veränderungen der lebendigen Substanz an uns vorüberziehen, die sie seit ihrer Entstehung bis heute durchlaufen hat, so können wir die Tatsache feststellen, daß sie sich aus den einfachsten Formen zu immer höheren Gestalten und Organisationen hindurchgedrungen hat. Die Krone dieser Entwicklung bilden einerseits die Blüten-

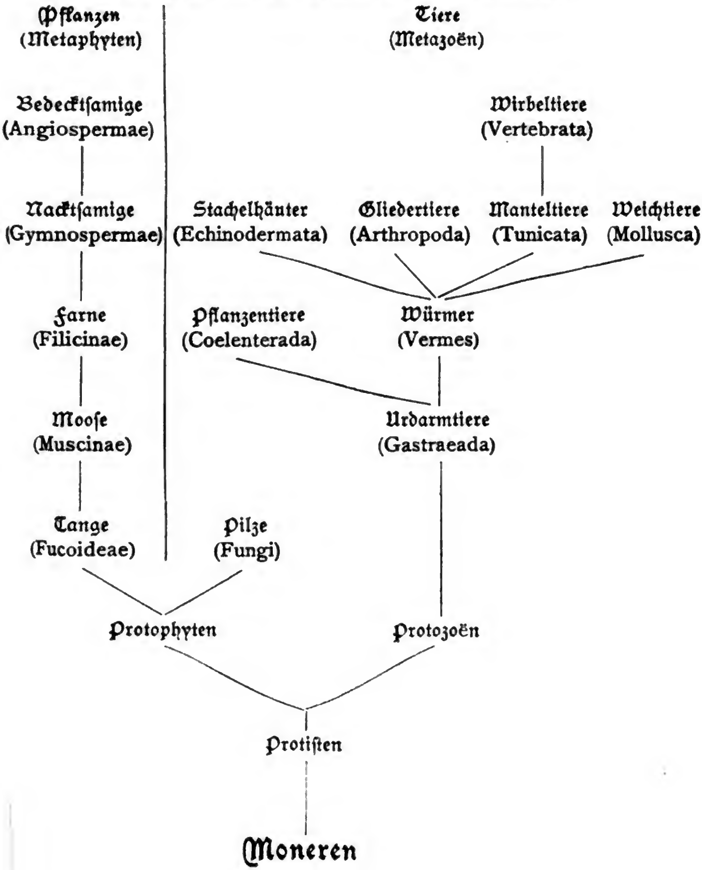
pflanzen, andererseits die Wirbeltiere, welche die am höchsten entwickelten Organismen vorstellen.

Das Leben selbst ist nur der Ausdruck der Entwicklung unserer Erde, eine zwingende Folge derselben. Leben, lebendige Substanz konnte überhaupt so lange nicht existieren, als die Erde nichts anderes war als eine feurigflüssige Kugel. Aber als die hiezu notwendigen Verhältnisse an der Oberfläche der Erde eingetreten waren, als sich eine kühle, feste Rinde gebildet und der Wasserdampf zu Wasser sich verdichtet und niedergeschlagen hatte, da mußte das Leben auf unserem Planeten mit derselben Sicherheit entstehen, wie eine chemische Verbindung, die sich auch sofort von selbst vollzieht, sobald die äußeren Bedingungen hiezu erfüllt sind.

In dem Maße, als die äußeren Lebensbedingungen im Laufe der Erdentwicklung sich änderten, mußte die lebendige Substanz auch dementsprechend sich in Form und Zusammensetzung ändern. Alles, was lebt, ist nur ein Teil der Erdmaterie. Durch die Einwirkung der äußeren Lebensbedingungen auf die inneren Verhältnisse der früheren lebendigen Substanz erhielt diese im Kampfe ums Dasein nach und nach all jene verschiedenen chemischen,

physikalischen und morphologischen Eigenschaften, welche wir heute als so zweckmäßig an ihr bewundern. Äußere und innere Lebensbedingungen stehen in untrennbarer Wechselwirkung, die ihren Ausdruck in dem findet, was wir Leben nennen.

Schema des Stammbaumes nach Haeckel.



Obwohl die Zerlegung der Elemente in einfachere Stoffe bisher noch nicht gelungen ist, so besteht darüber heute kein Zweifel mehr, daß in Wirklichkeit diese Elemente noch keine letzten Einheiten sind. Dafür spricht eine auffallende Übereinstimmung im Verhalten einzelner Elemente, in der Art und Weise der An- und Umlagerung der Atome, in der Bildung neuer Körper, welche man als den Ausdruck einer natürlichen, aus direkter Abstammung hervorgegangenen Verwandtschaft auffaßt. Es scheint, als ob die Elemente sich stufenweise durch Verdichtung aus einem Urelemente, dem Wasserstoff, entwickelt haben, also einen Werdegang durchliefen, ähnlich dem unseres Planeten, dessen Oberfläche sie zusammensetzen. Aber auch auf anderen, fernen Himmelskörpern begegnen wir — soweit dies durch die Spektralanalyse nachweisbar ist — denselben Grundstoffen unserer eigenen Körperwelt. Aus diesen mit Sicherheit festgestellten 70 Elementen baut sich die gesamte Körperwelt auf.

Für das Leben, für die Entwicklung aller Organismen, pflanzlicher wie tierischer Natur, kommt nur ein Bruchteil dieser Elemente in Betracht. In der Zusammensetzung der lebendigen Substanz treffen wir stets dieselben Grundstoffe an:

Kohlenstoff,	Zeichen	C
Sauerstoff,	"	O
Wasserstoff,	"	H
Stickstoff,	"	N
Schwefel,	"	S
Phosphor,	"	P
Chlor,	"	Cl
Kalium,	"	K
Natrium,	"	Na
Magnesium,	"	Mg
Calcium,	"	Ca
Eisen,	"	Fe

Es sind also zwölf Elemente, die für den Kreislauf des Lebens unbedingt nötig sind und die wir infolgedessen auch als die organischen Elemente bezeichnen. An sie schließen sich noch einige weitere, häufig anzutreffende Elemente:

Fluor,	Zeichen	Fl
Silicium,	"	Si
Brom,	"	Br
Jod,	"	J
Aluminium,	"	Al
Mangan,	"	Mn

Der Kohlenstoff findet sich in freiem Zustande in der Natur in der Steinkohle, im Graphit und als Diamant. Mit Sauerstoff verbunden, kommt der Kohlenstoff als Kohlensäure in der Atmosphäre vor, ebenso als solche

absorbiert im Wasser. An Basen, besonders an Kalk und Magnesia gebunden, nimmt der Kohlenstoff einen hervorragenden Anteil an der Bildung unserer Erdrinde: Marmor, Kalkstein, Dolomit.

Der Kohlenstoffgehalt der Steinkohlen ist ursprünglich aus der Luft geholt worden. Wenn wir also vom Graphit und Diamant absehen, deren Bildungsweise noch nicht völlig klar ist, so können wir sagen, daß alle Kohle auf unserem Planeten entweder Kohlensäure ist oder einst war.

Als Kohlensäure tritt der Kohlenstoff in den Kreislauf des Lebens; in dieser Form wird der Kohlenstoff von den Pflanzen aufgenommen. Die Pflanzen spalten unter dem Einflusse der lebendigen Kraft der Sonne einen Teil des Sauerstoffes der Kohlensäure ab. Aus dem Reste werden die zahlreichen, äußerst verwickelten organischen Verbindungen aufgebaut, die, als Nahrung dem Körper zugeführt, in ihm der Oxydation unterliegen. Und als Endprodukte dieses Verbrennungsprozesses erscheint wiederum die Kohlensäure. Als solche verläßt sie den Tierkörper entweder direkt durch die Lunge, oder in Verbindungen, die, wie der Harnstoff, außerhalb des Organismus unter Abspaltung von Kohlensäure rasch zerfallen.

Der Sauerstoff ist das verbreitetste aller Elemente auf unserer Erde. Es bildet nahezu $^{1}/_{4}$ vom Gewichte der Atmosphäre, $^{8}/_{9}$ vom Gewichte des Wassers und einen wesentlichen Bestandteil der meisten mineralischen Körper. Im Kreislaufe des Lebens nimmt es eine Ausnahmestellung ein. Es ist das einzige Element, das sich, wenn auch in verhältnismäßig geringer Menge, in freiem Zustande am Lebensprozeß beteiligt.

Die Hauptmasse des Sauerstoffs wird von den Pflanzen in Form von Wasser und Kohlensäure aufgenommen. Für den Tierkörper hat der Sauerstoff die allergrößte Bedeutung, denn in ihm vollziehen sich ja vorwiegend die Oxydationsprozesse. Ohne die Aufnahme großer Mengen von Sauerstoff wäre die Existenz des Tieres sofort vernichtet.

Die Endprodukte der Verbrennung organischer Verbindungen sind Kohlensäure und Wasser. So wird der Sauerstoff, ebenso wie der Kohlenstoff, in derselben Form aus dem Tierkörper ausgeschieden, in der er durch die Pflanze aufgenommen wurde. Hier liegt auch der Antagonismus zwischen Tier und Pflanze: in demselben Maße, wie die Pflanze den Gehalt an Kohlensäure vermindert, vermehrt ihn das Tier, in demselben Maße, wie die Pflanze den

Gehalt an Sauerstoff vermehrt, vermindert ihn das Tier. Durch den Lebensprozeß selbst wird also die ursprüngliche Menge an Kohlenstoff wie Sauerstoff nicht verändert.

Der Wasserstoff kommt in freiem Zustande nur in Spuren auf der Erdoberfläche vor. In der chemisch gebundenen Form als Wasser findet er sich hauptsächlich. Ausschließlich als Wasser oder mit Stickstoff verbunden als Ammoniak gelangt der Wasserstoff in die Pflanze, wo er sich an der Bildung organischer Stoffe beteiligt. Aus dem Lebensprozeß der Tiere scheidet der Wasserstoff in Form von Wasser, Ammoniak oder in Verbindungen aus, wie z. B. Harnstoff, Harnsäure, die außerhalb des Körpers unter Bildung von Ammoniak leicht zerfallen. Der Stickstoff findet sich in freiem Zustande in der Luft. Er besitzt sehr geringe Verwandtschaft zu anderen Elementen und macht etwa $^4/_5$ der gesamten Atmosphäre aus.

Der Glaube, daß sich der Stickstoff in freiem Zustande am Lebensprozesse nicht beteilige, war bis in die neueste Zeit hinein vorherrschend. Man nahm an, daß für das Leben der Stickstoff nur in chemisch gebundener Form als Ammoniak, salpetrige und Salpetersäure in Betracht käme. Dies ist auch für die Masse der Pflanzen richtig. In den genannten Formen beteiligt

er sich in ihnen an der Bildung der wichtigsten organischen Verbindungen, namentlich der Eiweißkörper. Bei ihrem Zerfall, ihrer Oxydation im Tierkörper erscheint der Stickstoff wieder in Gestalt von Verbindungen (Harnstoff, Harnsäure, Hippursäure, Kreatin u. dgl. m.), die außerhalb des Organismus unter Abspaltung von Ammoniak zerfallen.

Die Eigenschaft, in wunderbarer Weise den Stickstoff der Luft assimilieren, umwandeln zu können, besitzen nun gewisse Bakterien. Durch Einwanderung dieser kleinsten Lebewesen, wie z. B. des Bacillus radicicola bilden sich an den Wurzeln von Leguminosen (Lupinen) Knöllchen, deren Stickstoffgehalt direkt der Pflanze zugute kommt. Diese liefert dadurch weit mehr Eiweiß, als dem gebundenen Stickstoff des Bodens entspricht. Pflügt man üppig gewachsene Leguminosen in anfangs sterilen Sandboden hinein, so reichert er sich so mit Stickstoff an, daß jetzt auch Pflanzen in ihm gedeihen können, die, wie der Weizen, auf Stickstoffvorräte des Bodens angewiesen sind.

In der anorganischen Natur kommt der Schwefel vorzugsweise als schwefelsaures Salz der Alkalien und alkalischen Erden vor. In dieser Form gelangt der Schwefel auch in die Pflanze und beteiligt sich in ihr am Aufbau der

Eiweißstoffe. Werden diese von den Tieren zerlegt und oxydiert, so geht der Schwefel der Eiweißkörper hiebei in Schwefelsäure über, die sich mit den Alkalien und alkalischen Erden wieder vereinigt. Die so gebildeten Salze verlassen den tierischen Körper, um in den Kreislauf des Lebens von neuem wieder einzutreten. — Ähnlich verhält es sich mit dem Phosphor. Seiner großen Verwandtschaft zum Sauerstoff wegen kommt der Phosphor nicht in freiem Zustande vor, sondern in phosphorsauren Salzen, besonders als Kalksalz. Durch Verwitterung der phosphorsauren Mineralien gehen die Phosphate in die Ackererde über, werden von den Pflanzen aufgenommen, in denen sich die Phosphorsäure vor allem an der Bildung von Lecithin und Nukleïnen beteiligt, den allerwichtigsten Bestandteilen jeder pflanzlichen und tierischen Zelle.

Der Phosphor gelangt mehr in Form dieser organischen Verbindungen und zum kleineren Teil als phosphorsaures Salz mit der Pflanzennahrung in den Tierkörper. In diesem wird der Phosphor wiederum zu Phosphorsäure oxydiert, die, an Alkali gebunden, als phosphorsaures Salz in derselben Form dann wieder ausgeschieden wird, in der der Phosphor in die Pflanze eintrat.

Für die Landwirtschaft spielt der Phosphor, gleich dem gebundenen Stickstoff, eine große, wichtige Rolle. Ja, die Phosphorsäure kann auf einem Felde in solch geringer Menge den Pflanzen zur Verfügung stehen, daß die übrigen Nahrungsstoffe deshalb nicht verwertet werden können. An Kali ist gewöhnlich kein Mangel. Wichtig ist daher für die Landwirtschaft die Feststellung, welcher von den Nahrungsstoffen im Minimum auf einem Felde vorhanden ist. „Der Menge des im Minimum vorhandenen Stoffes proportional ist die Fruchtbarkeit des Bodens."

Dies ist „das Gesetz des Minimums". Meist ist es die Phosphorsäure, die fehlt, daher auch deren Anwendung in Form entsprechender Düngemittel.

Die wichtigste Verbindung des Chlors ist das Kochsalz, das aus Chlor und Natrium besteht und in ungeheurer Menge auf der Erdoberfläche vorkommt. Auch im Meerwasser ist das Chlornatrium reichlich enthalten. Im tierischen Organismus kommt das Chlor auch in der Form von Salzsäure — Chlorwasserstoff — vor, die einen normalen Bestandteil des Magensaftes bildet.

An dem Aufbau organischer Verbindungen nimmt das Chlor nicht teil. Immerhin aber

spielt es als Chlornatrium für die Imbibitionsverhältnisse der Gewebe, wie auch als Genußmittel eine wichtige Rolle. Ausgeschieden wird es in der Form von Chloriden, in der es von den Pflanzen aufgenommen wurde.

Kalium, Natrium, Magnesium und Calcium kommen in der anorganischen Natur nur als Salze vor. Als solche gelangen sie in die Pflanze, wo sie mit den organischen Stoffen nur lockere Verbindungen eingehen. Mit der Pflanzennahrung gelangen sie in den Tierkörper, aus dem sie als Salze wieder ausgeschieden werden.

Das Eisen findet sich in der anorganischen Natur nur in Verbindung mit Sauerstoff als Oxyd und Oxydul. Das Oxydul ist eine starke Base und verbindet sich daher leicht mit Säuren zu Salzen. Das Oxyd dagegen ist eine schwache Base und vermag besonders die Kohlensäure nicht zu binden. In der unbelebten Natur geht das Eisen beständig aus dem Zustand des Oxyduls in den des Oxyds über und umgekehrt. Eisen ist somit ein unermüdlicher Sauerstoffüberträger.

Dieselbe Rolle spielt es auch im tierischen Organismus. Der wichtigste Bestandteil des Blutes, das Hämoglobin, enthält das Eisen in Form einer eigenartigen, organischen Verbin-

dung. Das Hämoglobin nimmt dank seines Gehaltes an Eisen begierig Sauerstoff auf, es oxydiert sich und transportiert nun den Sauerstoff als Oxyhämoglobin mit dem Blutstrome durch das Gefäßsystem des Körpers. Als reduziertes Hämoglobin, gewissermaßen als Oxydul, kehrt es zur Druckpumpe, dem Herzen, zurück. Aus dessen rechter Kammer wird das Blut in die Lungen getrieben, in denen es sich wieder regeneriert, die Kohlensäure nach außen abgibt und dafür Sauerstoff aus der Luft eintauscht, um als Oxyhämoglobin in die linke Herzkammer zurückzukehren, von wo aus es seinen Kreislauf von neuem antritt.

Auch für die Pflanze ist das Eisen von großer Wichtigkeit. Ohne die Gegenwart von Eisen kommt die Bildung des Chlorophylls oder Blattgrüns nicht zustande. In welchem Zusammenhange die Bildung des an sich eisenfreien Blattgrüns zur Eisenzufuhr steht, ist noch nicht aufgeklärt. — Vollkommen sichergestellt ist noch nicht die Form und der Weg, auf dem das Eisen ausgeschieden wird. Bekannt ist nur, daß Harn- und Darmentleerungen, besonders reichlich letztere, Eisen enthalten.

Fluor findet sich in geringen Mengen im Pflanzen- und Tierreiche. Bei den Tieren bildet es einen Bestandteil der Knochen und

Zähne. Über seinen Kreislauf wissen wir noch sehr wenig. Aber neuere Beobachtungen weisen mehr und mehr auf dessen Wichtigkeit für den Organismus hin, namentlich in bezug auf die Skelett- und Zahnentwicklung.

Silicium kommt in der Natur nur mit Sauerstoff verbunden als Kieselsäure vor. Als solche dürfte das Silicium wahrscheinlich auch in die Pflanze gelangen. Welche Verbindungen sie aber in ihr eingeht, ist noch unbekannt. Mit der Pflanzennahrung gelangt die Kieselsäure in den Tierkörper. Sie wird vom Darm aus resorbiert und durchwandert alle Gewebe. Ihre Bedeutung scheint in der Entwicklung der Haare und Federn zu liegen, die reich an Silicium sind. Ihr konstantes Vorkommen in den Vogeleiern führt zur Annahme, daß die Kieselsäure zur Entwicklung der Vögel unbedingt notwendig sei.

Brom und Jod kommen an Natrium und Kalium gebunden in vielen Salzlagern vor, ebenso sind sie im Meerwasser enthalten. In gewissen Drüsen unseres Körpers, speziell der Schilddrüse (Thyreoidea), finden wir als einen Bestandteil derselben eine eigentümliche organische Jodverbindung, das Jodothyrin, das für die Funktion dieser wichtigen Drüse unentbehrlich zu sein scheint. An das Jodothyrin

scheint wenigstens die entgiftend wirkende Tätigkeit und Aufgabe der Drüse gebunden zu sein, die, pathologisch verändert, z. B. geschwollen als Kropf, oft bedenklichen Störungen in intellektueller Richtung zu rufen vermag.

Das Aluminium ist weit verbreitet. In seiner Sauerstoffverbindung als Tonerde und diese wiederum in Verbindung mit Kieselsäure als Feldspat trifft man Aluminium in mächtiger Menge auf der Erdoberfläche. Nur in der Asche einzelner Pflanzen, Lycopodiumarten, begegnet man der Tonerde in nennenswerter Menge. Im tierischen Organismus ist sie bis jetzt nicht angetroffen worden.

Mangan kommt gleich einigen anderen Metallen, wie z. B. Kupfer, da und dort im lebenden Organismus vor, ohne aber zu einem integrierenden Bestandteil desselben zu gehören. Da nun außer den hier angeführten organischen Elementen keine anderen Bestandteile im Organismus angetroffen werden, so ergibt sich aus der Elementaranalyse die außerordentlich wichtige Tatsache, daß die lebendige Substanz aus keinen anderen Stoffen zusammengesetzt ist als die anorganische, die Welt der unbelebten Materie.

Nicht willkürlich, sondern in einer bestimmten Stellung treten uns diese wenigen organischen

Elemente entgegen, und zwar alle als Elemente von sehr niederem Atomgewichte.

Aus dieser Erscheinung sind wir daher berechtigt, den Schluß zu ziehen, daß diese für den Kreislauf des Lebens so wichtigen Grundstoffe oder Elemente sich schon in einer sehr frühen Entwicklungsperiode unseres Planeten durch Verdichtung gebildet haben, in einer Zeit, als andere Elemente, wie z. B. die Schwermetalle, noch gar nicht bestanden.

Nach großen einheitlichen Gesetzen vollzieht sich der Kreislauf der Elemente. Wer die Natur im einzelnen erkennen und verstehen will, muß sie im Zusammenhange zu erfassen suchen. In ihrem ewigen Werden und Vergehen, in der wunderbaren, ununterbrochenen Umbildung von Kraft und Stoff, liegt allein die hehre Offenbarung, das Evangelium des Lebens.

Fünftes Kapitel.

Über äußere und innere Lebensbedingungen.

„Die Menschen verdrießt's, daß das Wahre so einfach ist; sie sollten bedenken, daß sie noch Mühe genug haben, es praktisch zu ihrem Nutzen anzuwenden."

Goethe.

Bei der genauen Betrachtung der lebendigen Materie erkennen wir, daß das Leben lediglich ein Teil der gesamten Stoffmenge ist, die unseren Planeten zusammensetzt. Im Aufbau des lebenden Organismus treffen wir ebenfalls nur solche Elemente an, wie sie auch in den Stoffen der leblosen Materie, der anorganischen Welt, enthalten sind. Der Unterschied zwischen organischer und anorganischer Substanz besteht, wie bereits betont, einzig und allein in der Art und Weise, wie die Elementarstoffe zusammengetreten sind. Und hier bei diesem Aufbau spielen gerade die interessanten chemisch-physikalischen Eigenschaften des Kohlenstoffes die Hauptrolle.

Es ist ein bis in die neueste Zeit hineingetragener Irrtum, daß die lebendige Substanz als ein Stoff betrachtet wurde, der außer allem Zusammenhange mit der übrigen Materie stehe.

Nur dadurch kam man auch zu den so mystischen Vorstellungen über das, was wir Lebenserscheinung nennen. Aber das Leben ist in erster Linie bedingt durch die Beschaffenheit der Umgebung; es ist ununterbrochen verknüpft mit der Entwicklung des Erdkörpers.

Daß die Außenwelt unser Leben bedingt, daß der Organismus kein selbständiges, in sich abgeschlossenes, von seiner Umgebung unabhängiges System ist, sehen wir ja schon aus der einfachen Tatsache des Stoffwechsels. Unser Organismus, die lebendige Substanz überhaupt, nimmt nur so lange Stoffe von außen her auf und gibt solche nach außen wieder ab, als er lebt. Aber gerade dadurch zeigt er seine strenge Abhängigkeit von der Außenwelt. Durch diese Abhängigkeit erst kommen wir zu der Formulierung des Begriffes der „Lebensbedingungen", d. h. derjenigen Bedingungen, welche erfüllt werden müssen, damit das Leben überhaupt bestehen kann.

Es ist wohl ohne weiteres einleuchtend, daß jede Veränderung der Lebensbedingungen auch einen einschneidenden Einfluß auf das Leben des Organismus selbst ausüben muß. Diese Lebensbedingungen sind aber so vielseitig, als die Organismenformen selbst reich an Arten sind. Was beispielsweise für die Existenz des

einen Organismus zum Leben absolut notwendig, unentbehrlich ist, das kann für einen anderen gleichbedeutend mit dessen Vernichtung sein. Das sind eben ganz spezielle Lebensbedingungen. Aber ihnen gegenüber gibt es allgemeine Bedingungen, die für alle Organismen erfüllt werden müssen, damit sie leben, existieren können. Unter diesem Begriffe fassen wir gewöhnlich äußere Faktoren ins Auge, wie z. B. die Nahrung u. dgl. m. Diesen äußeren Lebensbedingungen stehen aber auch innere gegenüber, die in der Zusammensetzung des Körpers selbst liegen und die genau so erfüllt werden müssen, wie die äußeren, wenn das Leben erhalten werden soll.

Betrachten wir zunächst die allgemeinen äußeren Lebensbedingungen, so ergibt sich von selbst als conditio sine qua non des Lebens die Aufnahme von Nahrung. Die allgemeine Bedeutung der Nahrung liegt darin, daß die im vorigen Kapitel erwähnten zwölf organischen Elemente in irgendeiner Form nun in den Körper gelangen. Die Verbindungen aber, in denen die Elemente in den Körper eingeführt werden, sind für die verschiedenen Organismenformen außerordentlich mannigfaltig und verschieden. Es läßt sich daher der Satz aufstellen, daß es eine allgemeine Nahrung für alle

Organismen nicht gibt, ja auch gar nicht geben kann. Daraus folgt, daß sich die Organismen je nach der Art und Weise, wie sie die Nahrungsstoffe aufnehmen und aus ihnen ihre lebendige Substanz aufbauen, differenzieren müssen. So ergibt sich von selbst die Unterscheidung der Organismen in Pflanzen und Tiere.

Als eine Art von Bindeglied zwischen diesen beiden großen Gruppen von Organismen kann man die Pilze betrachten.

Während die grünen Pflanzen, wie wir gesehen haben, ihre höchst komplizierte organische Substanz ausschließlich aus anorganischer Materie in Form einfacher Verbindungen aufzubauen vermögen, unter neuer Gruppierung der Atome, findet bei den Tieren das Umgekehrte statt: die komplizierten organischen, sauerstoffarmen Verbindungen, wie Eiweiß, Kohlehydrate, Fette, werden im Körper oxydiert, in die lebendige Kraft der Bewegung, der Wärme, der Arbeit umgesetzt. Ohne diese organische Nahrung vermag ein Tier nicht zu leben. Die Pilze bestreiten zum Teil zwar ihren Bedarf an Stickstoff aus anorganischen Salzen, ihren Kohlenstoffbedarf aber decken sie aus organischen Verbindungen. So stehen die Pilze gewissermaßen zwischen Pflanzen und Tieren. Eine Ausnahme

hiervon machen die das größte theoretische Interesse beanspruchenden Stickstoffbakterien, welche aus anorganischem Stickstoff und aus Kohlensäure ihren Stickstoff und Kohlenstoff beziehen und daraus ihre Leibessubstanz, d. h. Eiweiß aufbauen. Sie verhalten sich also hierin wie die höheren, grünen, chlorophyllführenden Pflanzen. Sei nun die Nahrung in dem einzelnen Falle beschaffen wie sie wolle, so viel ist feststehend, daß kein lebendiger Körper ohne irgendwelche Nahrung auf die Dauer leben könnte.

Die Frage nach dem Bedarfe des menschlichen Körpers an Nahrung richtet sich in erster Linie nach den verschiedenen Bedingungen für seine Existenz. Diesbezügliche genauere Untersuchungen über das Maximum und Minimum der Nahrung liegen nur für die höheren Wirbeltiere vor. Sinkt die Nahrungsmenge unter das Minimum, oder wird sie gleich Null, so tritt der Zustand des „Hungers", der „Inanition" ein. In diesem Zustande wird das Gleichgewicht des Stoffwechsels mehr und mehr gestört.

Auch nach Abschneidung der Nahrungszufuhr lebt der Organismus noch einige Zeit weiter. Jede lebendige Zelle hat unter normalen Bedingungen mehr oder weniger Reservestoffe in sich aufgespeichert, auf deren Kosten sie den

Lebensprozeß noch weiter führen kann. Diese Stoffe sind es, welche zunächst zum Leben herangezogen werden. Sie verschwinden in dem Maße, als die Inanition anhält.

So zehrt der Mensch im Zustande des Hungerns genau ebenso von seinem Kraftvorrate wie die Pflanze, wie die kleinsten Organismen. Pflanzenzellen mit Stärkekörnern angefüllt, verbrauchen diese, wenn sie ins Dunkel gestellt werden, d. h. hungern müssen; denn im Dunkeln findet keine Assimilation von Stärke aus Kohlensäure und Wasser, mithin keine Ernährung statt.

Nehmen wir Infusorien, deren Zellkörper durch Nahrungsüberfluß körnig, granuliert erscheint, und bringen sie in Wasser mit möglichst wenig Nahrungsstoffen, so können wir beobachten, wie der Zellkörper heller, durchsichtiger, körnchenfreier und dabei immer kleiner und kleiner wird. Die Zelle stirbt also nicht in dem Augenblicke der Nahrungsentziehung, sie lebt noch einige Zeit auf Kosten der Stoffe ihres eigenen Zellkörpers. Erst wenn diese vollends verbraucht sind, geht die Zelle zugrunde, sie stirbt. — Es ist eine charakteristische Eigentümlichkeit der lebendigen Substanz, daß sie sich selbst fortwährend zersetzt. Als notwendige Folge resultiert daraus, daß das Stoff-

wechselgleichgewicht bei einem hungernden Tiere gestört sein muß. Die Zerfallsprodukte der lebendigen Substanz sind: Stickstoff, Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff usw. Diese werden fortwährend im Hunger- und Inanitionszustande aus dem Körper ausgeschieden.

Gleichwie nun beim einzelligen Organismus die lebendige Substanz sich nach und nach aufzehrt und an Gewicht abnimmt, so tritt uns dieselbe Erscheinung, nur um so deutlicher, beim vielzelligen Organismus entgegen. (Tafel 5.) Eine gewisse Zeit lebt das Tier von seinem eigenen Gewebe. Hungert beispielsweise ein Pflanzenfresser, so werden dessen Ausscheidungen mehr und mehr denjenigen des Fleischfressers ähnlich. Unter normalen Verhältnissen ist der Harn der Pflanzenfresser alkalisch und trübe. In der Inanition aber wird er sauer und klar; denn da die Pflanzenfresser in diesem Zustande nur von ihrem eigenen tierischen Gewebe leben, so werden sie sozusagen zu Fleischfressern. Hat nun bei dieser Selbstaufzehrung das Körpergewicht des Tieres einen entsprechend großen Verlust erlitten, so geht das Tier zugrunde. Der Zeitpunkt, bei welchem der Hungertod eintritt, ist natürlich großen Schwankungen unterworfen. So können z. B. Hunde 4—8 Wochen, Vögel 5—20 Tage, Schlangen mehr als ein halbes

Jahr und Frösche sogar mehr als ein Jahr hungern. Nach Chossat sterben Tiere im allgemeinen erst, wenn das Körpergewicht auf zwei Fünftel des ursprünglichen Gewichtes gesunken ist.

Der Mensch stirbt verhältnismäßig rasch. Daß Kinder eo ipso dem Hunger schneller unterliegen, ist klar. Aber es gibt auch normale Menschen, welche unter bestimmten Bedingungen längere Zeit hindurch fasten können.

Ich selbst habe vor Jahren diesbezügliche Studien und Untersuchungen an dem bekannten Hungerkünstler Succi angestellt, und zwar während 20 Tagen. Das Körpergewicht Succis sank konstant, und zwar in ziemlich regelmäßigem Umfange, etwa 500 Gramm täglich. Dementsprechend bewegte sich auch die Größe der Eiweißzersetzung in ziemlich gleichmäßigen Grenzen. Sie war nur in den ersten Tagen etwas erhöht. Aus den ausgeführten Stickstoffbestimmungen konnte der Schluß gezogen werden, daß die Stickstoffausscheidung beim Menschen im Zustande der Inanition für eine gewisse Zeit wenigstens eine ziemlich konstante ist. Allerdings muß hiebei berücksichtigt werden, daß die Größe der Stickstoffausscheidung durch eine Reihe von Faktoren bedingt wird, wie z. B. von der Größe des Fett-

bestandes des Körpers. Je größer derselbe, je beschränkter der Eiweißzerfall, um so kleiner daher die Ausgabe an Stickstoff. — Interessant war auch die ganz bedeutende Zurückhaltung des Chlors durch den Körper. Sie trat so stark auf, daß das Chlor im Urine gegen Ende der Hungervorstellung nicht mehr nachgewiesen werden konnte. Hiedurch zeigte sich deutlich das Bestreben des Körpers, das Chlornatrium für die Konsistenz und die Imbibitionsverhältnisse des Körpers im Kampfe ums Dasein zurückzuhalten.

Ich kann meine weiteren Beobachtungen in dieser Richtung kurz dahin formulieren, daß durch den Hunger zunächst eine starke Attacke auf das flüssige Gewebe unseres Körpers, das Blut, stattfindet. Die Folge davon ist vermehrter Zerfall der roten Blutkörperchen, während das Blutplasma selbst noch intakt bleibt (keine Ausscheidung von Eiweiß durch die Niere). Reichliche Mengen von Urobilin waren die Folgeerscheinung des Blutkörperchenzerfalles. Ein hungernder Mensch verhält sich also ungefähr wie ein fiebernder, obwohl die Wärmeproduktion während der Inanition nicht erhöht ist, sondern ziemlich gleichmäßig normal bleibt.

Von besonderem Interesse ist die Frage nach der Beteiligung der verschiedenen Organe an

dem Gewichtsverluste des Körpers beim Hungern. Aus den Versuchen Chossats an Tauben und Voits an Katzen geht hervor, daß an dem Gewichtsverluste des Körpers die verschiedenen Gewebe in sehr verschiedenem Maße beteiligt sind. So wird das Fettgewebe am meisten, das Nervengewebe am wenigsten betroffen. Das Gewebe der Milz, Leber und Pankreas verlieren 71—62%, das der Muskeln 45 bis 34%, das der Knochen etwa 17%. Luciani erklärt die Verschiedenheit in der Gewichtsabnahme der einzelnen Gewebe- oder Zellarten damit, daß unter den verschiedenartigen Gewebezellen ein Kampf um die Nahrung in der Weise besteht, daß die einen die im Körper vorhandenen Reservestoffe gieriger an sich reißen, als die anderen und schließlich nach Verbrauch der Reservestoffe sich auch noch das Stoffmaterial der anderen selbst aneignen, um ihren Stoffwechsel zu unterhalten.

Für diese Ansicht spricht folgende Beobachtung Mieschers am Rheinlachs. Als kräftige, muskulöse Tiere wandern alljährlich die Lachse vom Meere aus stromaufwärts, um im Oberrhein zu laichen. Während dieser Zeit hungern die Tiere; ihr Verdauungskanal wird stets leer gefunden. Dabei aber wächst der Eierstock ganz außerordentlich, während die Muskeln,

besonders die des Rückens, in dem Umfange abnehmen, als die Ovarien (Eierstöcke) sich entwickeln. Hier liegt ein Kampf vor zwischen den Gewebselementen der Geschlechtsorgane und der Muskeln. Die ersteren zeigen sich als die stärkeren und beziehen ihren Bedarf auf Kosten der Substanz der letzteren.

Die letzte Folge der Inanition ist der Tod! Aber dieser Satz gilt nur für die Organismen, solange sie sich im Zustande des aktiven Lebens befinden. Körner von Samen, Sporen von Pilzen und Bakterien, niedere Tierchen, wie z. B. die Rotatorien, Organismen, welche in den Zustand des latenten Lebens oder des Scheintodes übergehen, brauchen keine Nahrung. Sie sterben nicht, selbst wenn sie viele Jahre lang ohne Wasser und Nahrung gehalten werden. Sie erwachen aus diesem scheintoten Zustande erst wieder zu neuem Leben unter ganz bestimmten, hiezu erforderlichen Lebensbedingungen.

Wie eigenartig sich einzelne Organismen bezüglich ihrer Nahrung an ganz spezielle Lebensbedingungen gewöhnen können, zeigen bestimmte Bakterienformen. So nehmen die Schwefelbakterien (Beggiatoa alba), eine Familie der höheren Spaltalgen, welche überall in faulendem Schlamm, schmutzigem Wasser zu

finden sind, Schwefelwasserstoff zu ihrer Ernährung auf. Sie oxydieren denselben und deponieren den hiebei freiwerdenden Schwefel als zahlreiche, stark lichtbrechende Körnchen in ihrem kleinen Zelleibe. Durch fortgesetzte Oxydation wird der Schwefel schließlich in Schwefelsäure übergeführt und in dieser Form nach außen wieder abgegeben. In Wasser ohne Schwefelwasserstoff gebracht, gehen die Schwefelbakterien zugrunde, nachdem sie vorher den in ihrem Zelleibe vorhandenen Vorrat von Schwefel oxydiert und ausgeschieden haben. — Bedenkt man nun, daß der Schwefelwasserstoff auf die meisten Organismen geradezu giftig wirkt, so gewinnen diese merkwürdigen Lebewesen, deren Existenz von einem Gifte abhängt, an Interesse.

Außer der Nahrung gehören zu den Bedingungen des Lebens noch Wasser, Sauerstoff, bestimmte Temperatur- und Luftdruckverhältnisse. Ohne Wasser vermag keine lebendige Substanz auf die Dauer zu existieren. Viele Organismen bilden in der Trockenheit sogenannte Dauerformen, wie die „Sporen" der Bakterien, die „Cysten" der Rhizopoden und Infusorien, die in einer dichten, völlig undurchlässigen Haut die lebendige Zellsubstanz einschließen. Bei absolutem, dauerndem Wassermangel aber muß schließlich alles organische Leben erlöschen.

Der Sauerstoff ist für das Leben ebenfalls von größter Bedeutung. Wir wissen, daß bei der Atmung freier Sauerstoff von der lebendigen Substanz aufgenommen und dafür Kohlensäure ausgeschieden wird. Für diese Erscheinung kann es nur eine Erklärung geben, daß eine Oxydation des Kohlenstoffs in der lebendigen Substanz stattgefunden haben muß.

Wenn nun allen Organismen neben der Aufnahme von Nahrung auch die Aufnahme von Sauerstoff gemeinsam ist, ein Vorgang, den wir „Atmung" nennen, so folgt daraus, daß die Anwesenheit von Sauerstoff zu den allgemeinen Lebensbedingungen der lebendigen Substanz gehört, ferner, daß die Oxydations- oder Verbrennungsprozesse in der Kette der Stoffwechselvorgänge ein integrierendes Glied bilden.

Die verschiedenen Organismen nehmen den Sauerstoff in der verschiedensten Form auf. Die Landorganismen nehmen den Sauerstoff in Gasform aus der Luft, die Wasserorganismen verbrauchen den im Wasser gelösten Sauerstoff, die Zellen der Gewebe entnehmen ihn dem Blute und der Lymphe, und manche parasitär lebenden Organismen entziehen ihn chemischen Verbindungen. —

Die Atmosphäre setzt sich überall auf der Erdoberfläche aus denselben Gasen zusammen:

Stickstoff inklusive Argon etwa 79 %, Sauerstoff etwa 21 %, neben geringen Mengen von Kohlensäure 0,03 % (Volumen). Die Untersuchungen von W. Müller und Paul Bert haben gezeigt, daß die Organismen durchaus nicht an den Gehalt von 21 Volumprozent Sauerstoff und an den Druck von einer Atmosphäre gebunden, sondern innerhalb gewisser Grenzen vom Partiardruck des Sauerstoffes unabhängig sind. W. Müller hat gefunden, daß Säugetiere noch mit 14 Volumprozent Sauerstoff dauernd existieren können und erst bei 7 Volumprozent Störungen eintreten. Bei 3 Volumprozent erfolgt der Erstickungstod.

Aber auch in reinem Sauerstoff, bei dem Drucke von einer Atmosphäre, vermögen die Tiere weiterzuleben. In atmosphärischer Luft können Tiere noch bei einem Minimaldruck von 250 Millimeter Quecksilber und bei einem Maximaldruck von 15 Atmosphären existieren. Aus den Untersuchungen von Paul Bert geht hervor, daß die Wirkungen eines zu geringen Prozentgehaltes durch Erhöhung des Druckes und die Wirkungen eines zu hohen Druckes durch eine Herabsetzung des Prozentgehaltes des Sauerstoffes innerhalb gewisser Grenzen kompensiert werden können.

Die merkwürdige Tatsache, daß die Organis-

men in reinem Sauerstoff und bei hohem Drucke an Erstickung zugrunde gehen, erklärt uns Pflüger aus der Analogie der lebendigen Substanz mit dem aktiven Phosphor. Letzterer oxydiert sich lebhaft in atmosphärischer Luft, leuchtet und stößt Dämpfe von phosphoriger Säure aus, während er sich in reinem Sauerstoff nicht oxydiert. So hört auch die lebendige Substanz auf, in reinem Sauerstoff bei hohem Drucke sich zu oxydieren. Daher tritt diese sonderbare Erscheinung des Todes durch Erstickung in reinem Sauerstoff auf.

Alle Experimente, die an der einzelnen Zelle, an Geweben, wie auch an vielzelligen Organismen angestellt wurden, haben gezeigt, daß alle lebendige Substanz nach vollständigem Sauerstoffentzug vernichtet wird. Diese Vernichtung tritt erst nach verschieden langer Zeit ein und richtet sich nach der Verschiedenart des Sauerstoffbedürfnisses der einzelnen Organismen. Die Zellen des Nervensystems der Warmblüter sind z. B. am empfindlichsten für Sauerstoffentzug. — Bei den höheren Wirbeltieren sind die Atembewegungen, die Tätigkeit des Herzens, der Blutdruck abhängig von den Zellen des Nervensystems. Bei Mangel an Sauerstoff gehen diese Tiere unter heftigen Erregungszuständen zugrunde. Bei den Poikilothermen

oder den Kaltblütern, bei welchen der Stoffwechsel der niedrigeren Temperatur wegen ein viel weniger intensiver ist, als bei den Warmblütern oder Homoeothermen, werden die Nervenzellen durch Sauerstoffmangel weniger schnell abgetötet. Frösche können in sauerstofffreier Luft, aber nur bei niedriger, den Stoffwechsel reduzierender Temperatur mehrere Tage leben bleiben. Bei Zimmertemperatur sind sie schon nach wenigen Stunden bewegungslos. Die Spulwürmer (Askariden) können sich dagegen in sauerstofffreien Medien und bei 35° Wärme noch tagelang bewegen, bis sie endlich sterben. Es scheint, als ob diese Tiere einen Vorrat von locker gebundenem Sauerstoff in ihrem Körper aufgespeichert haben, der ihnen die Existenz bis zum Aufbrauche dieses Vorrates ermöglicht. Trotzdem aber gibt es unter den Organismen einige scheinbare Ausnahmen, die ohne Sauerstoff dauernd leben können. Auf den ersten Blick könnte man die grünen Pflanzen dafür ansprechen; denn sie verhalten sich in gewisser Richtung gerade umgekehrt als die Tiere. Solange das Licht der Sonne auf die grünen Blätter wirkt, bedürfen die Pflanzen keines Sauerstoffes. Ja, man kann eine grüne Pflanze in sauerstofffreiem Raume lebend erhalten, wenn sie nur im Lichte steht und Kohlen-

säure zugeführt erhält. Aber diese Aufnahme von Kohlensäure und Abgabe von Sauerstoff ist kein Atmungsprozeß, kein Oxydationsvorgang, sondern ein intensiver Reduktionsprozeß. Letzterer vollzieht sich nur solange, als das Sonnenlicht die betreffenden Teile bescheint, und verdeckt den Oxydationsprozeß, der sich ebenfalls in jeder Pflanzenzelle abspielt. Im Dunkeln atmen auch die chlorophyllhaltigen Pflanzenteile genau wie die Tiere. Die chlorophyllfreien (Pilze und Bakterien) tun es aber auch im Sonnenlichte.

Eine ganz besondere Ausnahmestellung nehmen einige andere Arten von Organismen ein, welche man als „Anaërobien" bezeichnet, Bakterien, die nur bei Abschluß von Sauerstoff gedeihen können. Zu diesen obligaten Anaërobien gehören die Erreger des Starrkrampfes (Tetanus), des Rauschbrandes (Bacillus Chauvoei), des malignen Oedems u. a. (Tafel 6.) Dem freien Luftsauerstoff ausgesetzt, gehen die vegetativen Formen dieser Bakterien rasch zugrunde, während dagegen ihre Sporen gegen Sauerstoff sehr widerstandsfähig sind.

Da nun den Anaërobien die Hauptkraftquelle verschlossen ist, welche den aëroben Arten zu Gebote steht (Oxydation der resorbierten Nahrungsstoffe mittelst freien Sauerstoffs), so sind

sie auf spannkraftreiche Nahrungsstoffe angewiesen, wie z. B. Traubenzucker, ameisensaures Natron usw. Man züchtet sie auf Agar oder Gelatine, welche diese genannten chemischen Zusätze enthalten. Es scheint somit, als ob die Anaërobien die Fähigkeit haben, unter Abschluß des Sauerstoffes der Luft den Sauerstoff ihrem Nährmedium entnehmen zu können.

Im Zustande des latenten Lebens vieler Organismen bedürfen dieselben natürlich keinen Sauerstoff, ebensowenig wie sie Nahrung benötigen. Solange dieser Scheintod dauert, existiert bei diesen Organismen kein Stoffwechsel und somit auch kein Oxydationsprozeß.

Außer der Sauerstoffzufuhr müssen aber auch noch gewisse Bedingungen dynamischer Richtung erfüllt werden, damit das Leben bestehen kann. Hiezu gehört eine Temperatur innerhalb gewisser Grenzen. Es ist bekannt, daß chemische Verbindungen in hohem Grade von der Temperatur beeinflußt werden. Hohe Temperaturen führen gewöhnlich zu Dissoziationen der Verbindungen, die bei niederen Temperaturen unverändert noch sehr gut bestehen können. Da nun die lebendige Substanz aus chemischen Stoffen besteht, unter denen sich hochkomplizierte Verbindungen in äußerst labilem Zustande befinden, so ist klar, daß das Leben nur inner-

halb bestimmter Temperaturen sich abwickeln kann.

Die Grenzen dieser Temperaturen nach oben wie nach unten sind begreiflicherweise für die verschiedenen Formen der lebendigen Substanz sehr verschieden. Während gewisse Organismen noch bei bestimmten Temperaturen existieren können, gehen andere bei denselben unfehlbar zugrunde. Daraus entsteht aber für uns die wichtige Frage: Welches sind die Temperaturgrenzen, bei denen überhaupt noch Leben auf unserem Planeten bestehen kann?

Bekannt ist ja, daß poikilotherme Tiere, z. B. Fische, einfrieren können, ohne ihre Lebensfähigkeit einzubüßen. Auch die einzelligen Organismen, wie die Amöben, ertragen starke Abkühlungen. Kühne, welcher diesbezügliche Versuche anstellte, fand, daß entsprechend der Abkühlung des Wassers, in welchem sich die Amöben befanden, die Bewegungen derselben langsamer und langsamer wurden, bis sie schließlich ganz aufhörten. Beim Erwärmen des Wassers auf Zimmertemperatur stellten sich die Bewegungen wieder ein. Ließ aber Kühne das Wasser mit den Amöben selbst einfrieren, so blieben sie auch nach dem Erwärmen dauernd regungslos; sie waren gestorben.

Kochs stellte Versuche an Fröschen an, die

er in Gläsern mit Wasser einfrieren ließ. War die Temperatur nicht zu niedrig, so blieb um die rings vom Eise umschlossenen Tiere eine flüssige Wassermenge, deren Temperatur, wie sich nach Durchbohrung des Eises zeigte, noch + 2° C betrug. Fror auch diese Wasserschicht ein, so konnten die Tiere nur noch durch Erwärmen zum Leben gebracht werden, wenn sie nicht länger als fünf bis sechs Stunden eingefroren waren. Beim Durchsägen derartiger Präparate stellte sich heraus, daß das Innere der Tiere noch nicht hart gefroren war. Wurde aber der Versuch weiter ausgedehnt, bis auch das Innere der Frösche hart gefroren war, so waren die Tiere endgültig tot.

Aber diesen Versuchen hat Pictet in neuester Zeit Tatsachen gegenübergestellt, die unsere bisherige Ansicht, daß die Organismen stets zugrunde gehen, wenn die lebendige Substanz ihrer Gewebezellen selbst hart erfriert, völlig verändert. Pictet stellte in seinem Laboratorium physiologische Versuche über die Wirkung extrem niederer Temperaturen an. Die Versuchstiere wurden durch Holz vor der Berührung mit den Metallwänden des Kältegefäßes, in das sie gebracht wurden, geschützt, so daß sie ausschließlich der niederen Lufttemperatur ausgesetzt waren. Es zeigte sich, daß die ver-

schiedenen Tiere sich hiebei sehr verschieden verhielten. Fische in einem Eisblocke auf —15° C abgekühlt, blieben nach vorsichtigem Erwärmen dennoch am Leben, obwohl ihre Versuchsgenossen sich mit dem Eise zu Pulver zerreiben ließen. Bei einer Abkühlung auf — 20° gingen aber die Fische zugrunde. Frösche ertrugen eine Temperatur von — 28°, Schnecken sogar von — 120°, und Bakterien tötete nicht einmal die enorme Kälte von — 200°.

Aus diesen hochinteressanten Versuchen geht klar hervor, daß in einzelnen Fällen die lebendige Substanz der Zellen selbst zu Eis gefrieren kann, ohne ihre Lebensfähigkeit einzubüßen. Zu einem gewissen Verständnis dieser merkwürdigen Erscheinung haben Untersuchungen an Pflanzen geführt.

Molisch fand, daß der Gefriertod der Pflanzen im wesentlichen auf einem zu großen, durch die Eisbildung hervorgerufenen Wasserverlust des Protoplasmas zurückzuführen ist. Ohne Zweifel wird durch den Wasserverlust in vielen Fällen die chemische Struktur spezifischer Verbindungen des Protoplasmas derartig verändert, daß dadurch dessen Lebensfähigkeit vernichtet wird. So verlieren die meisten Organismen beim Eintrocknen ihre Lebensfähigkeit, während andere hiebei nur in den Zustand des Scheintodes übergehen.

Molisch hat ferner gezeigt, daß auch die Beschaffenheit organischer Verbindungen durch Einfrieren wesentlich verändert werden kann. Gelatine und Stärkemehllösungen zeigten nach dem Einfrieren eine höchst charakteristische Schwammstruktur und hatten durch den starken Wasserverlust ihr Klebevermögen verloren. Diese Lösungen zeigten ganz ähnliche Strukturveränderungen, wie man sie an Amöben nach dem Einfrieren beobachtete.

Gleichwie die Feststellung des Minimums der äußeren Temperatur schwierig ist, so gilt dies auch vom Maximum. Dieses Maximum ist auf jeden Fall durch den Punkt bestimmt, bei dem die Eiweißkörper in der lebendigen Substanz gerinnen. Wir wissen zur Genüge, daß die Eiweißkörper im Leben der Zelle die führende Stellung einnehmen. Daraus resultiert, daß, wenn das Eiweiß aus dem gelösten Zustand in den starren, festen übergeht, koaguliert, der Stoffwechsel und somit das Leben stillstehen muß. Da aber die Gerinnungstemperatur für die verschiedenen Eiweißstoffe auch eine sehr verschiedene ist, so ist die Bestimmung eines Temperaturmaximums für die vielerlei Organismen natürlich äußerst schwierig. Dazu kommt, daß es Organismen gibt, die selbst bei Temperaturen noch lebten, bei denen

alles Eiweiß überhaupt geronnen sein müßte. Robert Koch u. a. haben z. B. gezeigt, daß die Sporen des Milzbranderregers (Bacillus anthracis), sowie die des Erregers des Heuschnupfens (Bacillus subtilis) Temperaturen von mehr als 100° C ertragen können, ohne ihre Lebensfähigkeit einzubüßen. Für diese wunderbaren Tatsachen fehlt uns noch jede Erklärung.

Kühne fand bei seinen Versuchen mit Amöben, daß die Eiweißkörper der Amöbenzelle bei 40—45° C gerinnen. Max Schultze ermittelte für Pflanzenzellen eine Temperatur von 47° C als Punkt des Todeseintrittes. Aber andere Autoren fanden in heißen Quellen Algen, Rotatorien und ähnliche Organismen, die bei einer Temperatur von 53° noch zu leben vermochten. Gleich der Temperatur hat auch der Druck, unter dem die Körper stehen, einen Einfluß auf ihre chemische Konstitution. Die lebendige Substanz befindet sich in einem Medium, sei es nun Luft oder Wasser, mit dem sie in Stoffaustausch steht. Es ist einleuchtend, daß der Luft- oder Wasserdruck innerhalb bestimmter Grenzen ebenfalls zu den allgemeinen Lebensbedingungen der lebendigen Körper gehören muß.

Unsere Kenntnisse in dieser Richtung sind im

allgemeinen heute noch recht mangelhaft. Wir kennen nur teilweise die Grenzen des Luft- oder Wasserdruckes, zwischen denen das Leben auf der Erdoberfläche sich bewegt. Ballonfahrten, auch Bergbesteigungen haben uns mancherlei interessante Beobachtungen über die Wirkungen der stärkeren Verminderung des Luftdrucks auf den menschlichen Organismus machen lassen. So findet bei starker Verminderung des Luftdrucks in den von der Luft berührten Körperflächen eine starke Blutkongestion statt; daher Rötung und Schwellung der Haut und der freien Schleimhäute bis zum Eintritt von Blutungen aus den zarteren Teilen: Nase, Lungen, Zahnfleisch, pralle Füllung der Hautvenen, reichlicher Schweißausbruch und stärkere Absonderungen der Schleimhäute. Die Arterien, die Schlagadern, entleeren sich also mehr.

Weitere direkte Verminderungen des Druckes sind: Schwere in den Gliedern, Hervorpressen des Trommelfells, Brustbeklemmung, Schweratmigkeit, Tonlosigkeit der Stimme und Benommenheit des Sensoriums, Bewußtlosigkeit und schließlich Tod. Letzterer tritt durch Gasentwicklung in dem Blute ein, deren Blasen die Kapillaren verstopfen. Das sich im Blute ausscheidende freie Gas ist allein fast Stickstoff. Diese Art des Todes kann in einer Höhe von

8600 Meter vorkommen, wo nur noch 7,2 Volumprozente Sauerstoff in der verdünnten Luft bei einem Drucke von 241 Millimeter Quecksilber angetroffen werden.

Die sog. Bergkrankheit, die sich im wesentlichen aus ähnlichen Symptomen zusammensetzt, wie die eben geschilderten, zumal in der Anämie der inneren Organe, äußert sich auch in einer Verminderung des Hämoglobingehaltes des Blutes. Eine lokale Herabsetzung des Luftdruckes hat starke Blutwallung und Gewebsschwellung der betreffenden Stelle zur Folge, wie wir es am einfachsten beim Schröpfkopf beobachten können.

In der Höhe von 2000—2500 Meter vermögen z. B. Fische im Wasser nicht mehr zu leben, da dasselbe nur noch etwa ein Drittel der absorbierten Luftmenge enthält.

Eine starke Vermehrung des Luftdruckes hat größtenteils die entgegengesetzten Folgeerscheinungen. In den sog. pneumatischen Kabinetten zu Heilzwecken, oder in abgeschlossenen Behältern bei Wasserbauten, in denen durch Lufteinpumpen das eindringende Wasser verdrängt wird, können Menschen unter bedeutendem Atmosphärendruck, bis $4^1/_2$, noch existieren.

Mäßig komprimierte Luft hat eine belebende und anregende Wirkung, die sich durch

vermehrte Sauerstoffaufnahme, einen regeren Stoffwechsel, Steigerung der Muskelkraft und subjektives Wärmegefühl äußert. Der Pulsschlag ist verlangsamt, Leichtigkeit und Frische beim Atemholen tritt ein. Diese Wirkungen werden bei + 0,2 bis + 0,5 Atmosphärendruck erzielt. Bei hohem Drucke, über 4 Atmosphären, tritt Blässe und Trockenheit der äußeren Flächen, Kollaps der Hautvenen, Abnahme der Perspiration und der Schleimhautabsonderungen und starker Blutreichtum der Bauchorgane ein; ebenso Einpressung des Trommelfelles, Erschwerung des Gehöres und der Sprache. Der Tod kann unter Konvulsionen durch Erstickung erfolgen.

Unsere Kenntnisse über die Grenzen des Wasserdruckes sind noch bescheidener, als wie diejenigen über den Luftdruck. Wertvolle Resultate lieferten in dieser Richtung die Tiefseeforschungen der letzten Jahrzehnte. Sie zeigten uns, daß gegenüber den früheren Vorstellungen, selbst in den größten Meerestiefen, in denen ewiges Dunkel und ein Druck von Hunderten von Atmosphären herrscht, d. h. auf den Körpern lastet, noch lebendige Organismen vorkommen. Ja, dieser Druck ist so groß, daß Tiere bei ihrer Heraufbeförderung ans Tageslicht, an die Oberfläche platzen, infolge der plötzlichen Druckverminderung. Fische z. B. kommen auf-

gebläht, mit abstehenden Schuppen und aus dem Munde hervorquellenden Eingeweiden an die Oberfläche des Wassers. Wie hoch der Druck im Wasser steigen kann, bis in demselben alles Leben vernichtet wird, wissen wir noch nicht.

Die inneren Lebensbedingungen stehen in natürlichem Zusammenhange und in einer Wechselwirkung mit den wesentlichen Teilen eines Organismus. Dieses Gesetz gilt für den Zellenstaat, wie für die einzelne Zelle, für den menschlichen Körper wie für die freilebende Amöbe.

Allerdings können wir in vielen Fällen einzelne Teile, ja sogar ganze Organe von einem Organismus abtrennen, ohne dadurch dessen Existenz aufzuheben. In solchen Fällen handelt es sich aber stets nur um solche Teile, welche zur unbedingten Erhaltung des Körpers eines Individuums nicht nötig sind.

Die lebendige Substanz auf unserer Erdoberfläche existiert nur in Form von Zellen, mögen nun diese Zellen einzeln, frei leben oder zu Zellenstaaten, wie die Gewebe und Organe, zusammengetreten sein. Als wesentlichen Bestandteil enthält die Zelle zwei verschiedene Substanzen: Kern und Protoplasma. Nur wo diese vereint sind, kann das Leben auf die Dauer bestehen.

Sechstes Kapitel.

Über den Tod und die Unsterblichkeit.

„Ich preise des Vernichters Schöpfungskraft
Ewig verjüngend das für uns Verlorene;
Der eingepflanzte, wie der angeborene,
Der alte Glaube weicht der Wissenschaft!"

Dranmor.

Nur durch die Erfüllung einer Reihe wichtiger Bedingungen kann, wie wir gesehen haben, das Leben auf unserer Erde bestehen. Jede einzelne Zelle, jedes Organ als Zusammenhang von Zellen existiert nur solange, als bestimmte äußere und innere Bedingungen erfüllt werden. Werden die Verhältnisse, unter denen sich die Erscheinungen des Lebens abspielen, intensiv gestört oder gar aufgehoben, fehlen also die Erfordernisse zum Leben, so tritt dessen Vernichtung als unabwendbare Folge ein. Die Äußerungen des Lebens hören auf. An seine Stelle tritt das, was wir als Tod bezeichnen.

Abgesehen von den selteneren Fällen des Scheintodes ist dieser Stillstand des Lebens stets der wirkliche Tod. Aber der Tod selbst tritt in den Zellen nie unvermittelt ein. Er ist lediglich das Ende einer Reihe von Vorgängen, die, mit einer Schädigung des Körpers

beginnend, schließlich zu dessen Untergang führen. Es ist also ein allmählicher Übergangsprozeß, der sich vom Leben zum Tode vollzieht. Der Tod ist nur das natürliche Ende in dem Entwicklungsgange des Lebens.

Für gewöhnlich ist die Unterscheidung des toten Organismus von dem lebenden nicht schwer. Den Begriff des Todes haben wir uns durch unsere Erfahrungen und Beobachtungen an den höheren Tieren und am Menschen gebildet.

Wir betrachten daher den Augenblick als Moment des eingetretenen Todes, in dem der Schlag des Herzens aufgehört hat, die Atmung des Menschen still steht. Äußere Beobachtungen sind es somit gewöhnlich, die uns den Begriff des Todes formulieren lassen; es sind nur die groben Unterschiede, die sich uns in diesem Augenblicke des Lebensstillstandes gegenüber den Äußerungen des ungestörten Lebens aufdrängen. Die feinen inneren Vorgänge, die Fortdauer gewisser Erscheinungen auch nach eingetretenem äußerem Tode sehen wir nicht.

Aber solche Erscheinungen existieren, und wir sind daher berechtigt zu sagen, daß der Mensch in dem Augenblicke des eingetretenen äußeren Todes tatsächlich noch nicht tot ist. Die groben Bewegungen der Muskeln haben allerdings

aufgehört. Auf äußere Reize antworten die Muskeln des Toten oft noch nach Stunden mit Zuckungen und Bewegungen der betreffenden Glieder. Dann ist die Tätigkeit der Nerven erloschen. Dieses Erlöschen geht der Starre stets voraus.

Die Muskeln des Kopfes, dann die des Nackens und weiterhin absteigend beginnen zu erstarren, steif zu werden, indem sie sich noch einmal von selbst zusammenziehen. Aber diese Muskel- oder Totenstarre ist in ihrem Eintritte von wenigen Minuten bis zu sieben Stunden ebenso wechselnd wie in ihrer Dauer: ein bis sechs Tage. Erst nach dem Vergehen der Starre, beim Lösen derselben, bedingt durch chemische Zersetzungsvorgänge in den Muskeln, ist das Leben in ihnen endgültig erloschen.

Nichtsdestoweniger kann man noch immer nicht von einem vollständigen Tode des Körpers reden; denn es sind nur bestimmte Teile, Organe von ihm, Zellverbände, wie z. B. die Zellen des Nervensystems, die der Muskeln, die keine Lebenserscheinungen mehr zeigen. Andere Zellen und Zellkomplexe leben auch nach Lösung der Totenstarre noch weiter.

Die weißen Blutkörperchen oder Leukozyten, die dank ihrer amöboïden Bewegung in allen Geweben des Körpers umherzuwandern ver-

mögen und die als Körperpolizei eine so wichtige Rolle spielen, befinden sich größtenteils noch am Leben. Hält man sie unter gewissen günstigen Bedingungen, bei entsprechender Temperatur und Zufuhr von Sauerstoff, so kann ihre Bewegungserscheinung, der Ausdruck ihres Lebens noch lange Zeit über den Tod des Organismus hinaus erhalten werden. Diese Erscheinung dürfte vielleicht ihre Erklärung in unserer Deszendenz finden und die Richtigkeit der Deszendenzlehre auch von einem neuen „toten" Standpunkte aus beleuchten.

In den Atmungswegen als Auskleidung der Luftröhre, des Kehlkopfes, der Bronchien, begegnen wir einem eigentümlichen Epithelgewebe, dessen dicht aneinander gelagerte Zellen ziemlich gleichartig gebaut sind. Die Zellen sind an ihrer Oberfläche mit einer Anzahl feiner, stäbchenförmiger Haare besetzt, die hin und her schwingen und rhythmische Schlagbewegungen ausführen. Dieser sog. Flimmerhaare wegen führt das ganze Epithel die Bezeichnung Flimmerepithel. Dasselbe bleibt noch tagelang nach Stillstand des Herzens, also nach dem Eintritte des Todes, in Aktion.

Aus den angeführten Tatsachen rechtfertigt sich der Schluß, daß es keinen bestimmten Zeitpunkt gibt, in dem das Leben völlig aufhört

und der Tod einsetzt, sondern daß das normale Leben mit dem endlichen Tode durch eine Kette von Übergängen verbunden ist, die sich auf Tage, ja auf Wochen erstrecken können, und die sich des öfteren schon während einer Krankheit bemerkbar machen.

Die Entwicklung des Todes ist bei den verschiedenen Tierklassen sehr verschieden. Verhältnismäßig schnell tritt der Tod bei den Warmblütern ein. Sobald bei diesen die Zirkulation des Blutes aufhört, tritt auch ein Stillstand in der Ernährung sämtlicher Gewebezellen ein. Bei den Kaltblütern liegt der Fall anders. Diese Tiere besitzen eine größere Unabhängigkeit einzelner ihrer Organe von der Blutzirkulation als die Warmblüter. Die Folge ist, daß sie langsamer vom Leben zum Tode übergehen als die Homoeothermen, ja, daß sie sogar auch nach Verlust von einzelnen Körperteilen noch lange weiterleben können, bis sie endlich zugrunde gehen.

Den Übergang vom Leben zum Tode bezeichnet man als „Nekrobiose". Sie umfaßt alle diejenigen Vorgänge, die, von einer unheilbaren Schädigung des normalen Lebens ausgehend, früher oder später zu dessen unvermeidlichem Untergange führen müssen. Diese Vorgänge sind begreiflicherweise höchst ver-

schiedenartiger Natur und abhängig von der Art und Weise der Ursachen, die dem Tode des Organismus rufen.

Trotzdem lassen sich die Erscheinungen der Nekrobiose in zwei Gruppen unterbringen: erstens in solche Vorgänge, in denen der Stoffwechsel in den Zellen oder Geweben nach und nach abnimmt, wodurch diese selbst „atrophieren"; zweitens in solche, bei denen eine qualitative Veränderung in den Zellen oder Geweben stattfindet, wodurch diese in ihrer Funktionsfähigkeit bedeutend gestört werden und schließlich zugrunde gehen. (Degeneration.)

Es gibt nun normale physiologische wie erworbene pathologische Atrophien. Zu den ersteren gehört die Rückbildung gewisser Körperteile. Wir finden diese Erscheinung besonders bei Tieren, z. B. den Insekten, mit entsprechender Verwandlung, Metamorphose, die sie bis zu ihrer vollkommenen Ausbildung durchlaufen müssen. Auch die Atrophie des Schwanzes der Kaulquappen (Froschlarven) gehört hieher.

Beim Menschen tritt die Atrophie der Thymusdrüse in frühem Lebensalter ein. Die Rückbildung der Brüste und der Geschlechtsorgane im Klimakterium ist ebenfalls ein normaler Vorgang.

An diese normalen Atrophien schließen sich

auch die Erscheinungen der in höherem Alter auftretenden langsam fortschreitenden Rückbildungen der verschiedensten Gewebe an, so z. B. der Haut, der Milz u. a. m.

Die erworbenen oder pathologischen Atrophien treten auf, wenn die geeigneten Bedingungen hiezu vorliegen. Nichtgebrauch von Organen zieht deren Atrophie nach sich. Als eine Art von Atrophie können auch die Absterbeprozesse eines Gliedes, Organes oder Gewebes angesprochen werden, die man mit der Bezeichnung „Brand“ oder „Gangrän“, „Nekrose“, „Mortifikation“ belegt. Bei diesen Prozessen der Nekrose ist der betroffene Teil des Organismus außerhalb des Stoffwechsels, der Ernährung gesetzt. Er fällt daher den schwersten Veränderungen anheim, — Fäulnis, Zersetzung, Vertrocknung — bis er entweder von dem übrigen Gewebe ausgestoßen oder eingekapselt wird, oder auch den Tod des übrigen Organismus nach sich zieht.

Wir unterscheiden nun verschiedene Arten von Nekrose je nach dem Gehalte der Feuchtigkeit, die das absterbende Gewebe aufweist: trockenen und feuchten Brand. Bei der trockenen Gangrän schrumpfen die Gewebezellen unter Abgabe von Flüssigkeit derart, daß sie schließlich das Bild der Mumifikation darbieten.

Hieher gehört auch die sog. spontane Gangrän, wie sie besonders im Greisenalter vorkommt.

Hohe Hitze- oder Kältegrade (Verbrennung oder Erfrierung) können direkten Brand verursachen, ebenso Zerquetschung der Gewebe, Einwirkung ätzender chemischer Stoffe. Bei diesen Vorgängen gerinnen die Eiweißkörper in den betreffenden Geweben, und ihre Lebenstätigkeit hört auf.

Auch die Einwirkung gewisser Gifte, wie z. B. Mutterkorn, vermögen Gangrän zu verursachen, ebenso gewisse Infektionskrankheiten, wie Typhus, Diphterie. Werden blutreiche Teile vom Brande befallen, so bilden sich, falls es sich nur um oberflächliche Teile handelt, die bekannten Brandblasen. Es tritt eine Verflüssigung der betroffenen Gewebe ein. Bei diesem „feuchten Brande" kann es durch die Einwirkung von Fäulnisbakterien zu weiteren chemischen Zersetzungen im abgestorbenen Gewebe kommen, die unter Umständen für den gesamten Organismus gefährlich werden, falls es nicht gelingt, diesen Zersetzungen durch Abhaltung der Luft oder durch umfassende Desinfektion zu begegnen.

Degenerationen oder metamorphotischen Prozessen liegen Stoffwechselstörungen in der Zelle selbst zugrunde. Es kommt hiebei zu einer

Anhäufung von krankhaften Stoffwechselprodukten in der Zelle, bis sie schließlich vernichtet wird.

Wir unterscheiden eine Reihe von Degenerationen. Die wichtigsten derselben sind: die fettige, die schleimige und amyloide Degeneration und die Verkalkung.

Die Fettmetamorphose ist charakterisiert durch das Auftreten feinster Fettkügelchen in der Zelle. Diese füllt sich nach und nach mit Fett an und zerfällt. Während dieser Vorgang in den Milchdrüsen einer stillenden Frau ein normaler ist, verursacht er an anderen Orten den schwersten Schaden, so z. B. in den Nieren, im Herzen, in der Leber usw.

Die Ursachen der fettigen Degeneration sind hauptsächlich Störungen in der Zirkulation und der dadurch herabgesetzten Ernährung und Oxydationsfähigkeit der Zelle. Gewisse Gifte wie Alkohol, Phosphor, Arsenik verringern die Sauerstoffaufnahme und führen zu einer Verfettung der Organe. Auch bei Tuberkulose, langandauernder Anämie treffen wir fettige Degeneration an.

Die schleimige Degeneration finden wir am häufigsten am Knorpel, dessen Grundsubstanz (Chondrin, Glutin) in Schleim (Mucin) umgewandelt wird, wobei die Zelle entweder

zugrunde geht oder andere bestimmte Veränderungen erleidet.

Bei der amyloiden Degeneration bildet sich in den Zellen der Gewebe eine Substanz, die unter normalen Bedingungen im Körper überhaupt nicht vorkommt. Seinen Namen hat das Amyloid daher, daß es sich ähnlich dem pflanzlichen Stärkemehl (Amylum) mit Jod und Schwefelsäure blau färbt; sein chemischer Charakter aber ist der eines Eiweißkörpers, der in konzentrisch geschichteten Körnchen auftritt.

Durch die amyloide Entartung geht die Zelle zugrunde; die Funktionsfähigkeit des betroffenen Organes wird mehr und mehr gestört und zuletzt gänzlich aufgehoben. Die amyloide Degeneration schließt sich als Folgeerscheinung gerne an langdauernde Krankheiten an (Tuberkulose, Syphilis, Eiterungen usw.) und hat ihren Hauptsitz in den Lymphgefäßen und den Unterleibsorganen (Leber, Milz, Nieren).

Die Erscheinungen der kalkigen Degeneration, die Verkalkung, sind mit dem sog. Verknöcherungsvorgange, der Ossifikation nicht zu verwechseln. Letzterer Prozeß ist ein vollkommen normaler Vorgang, bei dem die die Kalksalze (phosphorsauren und kohlensauren Kalk) abscheidenden Zellen bestehen bleiben und

weiter leben. Bei der Verkalkung aber kommt es zu einer wirklichen Ausfüllung der Zellen selbst mit Kalk und infolgedessen zu einem Absterben derselben.

Zu dieser kalkigen Degeneration ist besonders das höhere Alter disponiert, bei dem häufig die Gefäßwände und Knorpel von der Verkalkung betroffen werden. Eine große Brüchigkeit der Arterienwände ist die Folge, die nur allzuleicht Blutergüssen rufen können. Treten dieselben im Gehirn auf, so bewirken sie Schlaganfälle.

In der Pathologie unterscheidet man noch einige weitere degenerative Prozesse, die mit den eben geschilderten zu demselben Resultate führen: zum endlichen Untergang der Zelle.

Wenden wir uns nun wieder den Ursachen des Todes zu, so gibt es deren so viele, daß dieselben hier nicht einzeln, sondern nur allgemein behandelt werden können.

Die Ursachen des Todes lassen sich in äußere und innere trennen, entsprechend den äußeren und inneren Bedingungen des Lebens.

Äußere Ursachen des Todes sind: Entzug der Nahrung, des Wassers, des Sauerstoffes, Überschreitung der Temperatur- und Luftdruckgrenzen. Diejenigen Organismen müssen hier gleich ausgeschaltet werden, die unter bestimmten

Bedingungen in den Zustand des Scheintodes übergehen, wie z. B. gewisse niedere Tiere (Rotatorien, Infusorien, Amöben) und Bakterien, ferner Pflanzensamen.

Auch chemische und elektrische Einwirkungen gehören zu den äußeren Einflüssen, die tödliche Wirkungen hervorzurufen vermögen.

Die Zahl der chemischen Gifte ist Legion; denn wir müssen als Gift schließlich jeden Stoff ansprechen, der unter bestimmten Bedingungen eine Schädigung der Existenz herbeizuführen vermag. Die Wirkung der Gifte auf den Organismus ist eine außerordentlich verschiedenartige, ja bei vielen eine so verwickelte Sache, daß wir unsere diesbezügliche Unkenntnis offen eingestehen müssen. Viele der Gifte wirken speziell auf Nerven und Muskeln, andere erregen Entzündungen bestimmter Organe, wiederum andere rufen Veränderungen des Blutfarbstoffes (Hämoglobin) hervor. Eine Reihe von Giften wirkt allgemein zerstörend auf die lebendige Substanz ein, wie z. B. der Alkohol.

Die Elektrizität wirkt auf die lebendige Substanz gewaltig verändernd ein und bringt eine chemische Verschiebung derselben hervor. Starke, galvanische Ströme erzeugen in der lebendigen Substanz derartige Zersetzungen, daß sie dadurch getötet wird und zerfällt.

Während die äußeren Ursachen des Todes klar und deutlich uns gegenübertreten, ist dies leider mit den inneren Ursachen nicht der Fall. Sie sind zum Teil immer noch gehüllt in das Dunkel des Geheimnisvollen.

Vielfach begegnen wir daher noch der Ansicht, daß es überhaupt keine inneren Todesursachen gäbe, da diese sich nicht aus den Eigenschaften der lebendigen Substanz selbst ableiten lassen könnten. Der Eintritt des Todes im Greisenalter bei Leuten, die sonst stets gesund waren, wird durch die Summe der Wirkung unmerklich kleiner Störungen während des ganzen Lebens erklärt.

Johannes Müller, einer der berühmtesten Physiologen, lehnt diese Erklärung ab und sagt: „Die Frage, warum die organischen Körper vergehen und warum die organische Kraft aus den produzierenden Teilen in die jungen, lebenden Produkte der organischen Körper übergeht und die alten produzierenden Teile vergehen, ist eine der schwierigsten der ganzen allgemeinen Physiologie, und wir sind nicht imstande, das letzte Rätsel zu lösen, sondern nur den Zusammenhang der Erscheinungen darzustellen. Es würde ungenügend sein, hierauf zu antworten, daß die unorganischen Einwirkungen das Leben allmählich aufreiben;

denn dann müßte die organische Kraft von Anfang eines Wesens schon abzunehmen anfangen. Es ist aber bekannt, daß die organische Kraft zur Zeit der Mannbarkeit noch in solcher Vollkommenheit besteht, daß sie sich in der Keimbildung multipliziert. Es muß also eine ganz andere und tiefer liegende Ursache sein, welche den Tod der Individuen bedingt, während sie die Fortpflanzung der organischen Kraft von einem Individuum zum anderen und auf diesem Wege ihre Unvergänglichkeit sichert."

Wenn nun die Auffassung eine richtige sein soll, daß der Tod durch die Anhäufung von kleinen Störungen oder durch die Summierung der Wirkungen äußerer Schädlichkeiten entsteht, so müßte man folgerichtig auch erwarten dürfen, daß Leute, die regelmäßig wie die Uhr leben, alle Schädlichkeiten stets peinlich zu vermeiden wissen, außerordentlich alt werden müßten, zum mindesten viel älter als alle Menschen, die viel arbeiten müssen, unregelmäßig leben, viel entbehren und überdies auch noch mit Kummer und Sorgen aller Arten gequält werden.

Daß der Arme gegenüber dem Reichen in dieser Richtung, wie in so manch anderer, von vornherein im Nachteil ist, ist leicht begreiflich.

Trotzdem aber findet man auch alte Personen unter den ärmeren Klassen, Greise, die ein Leben voll Arbeit, Mühe und Entbehrung hinter sich haben, während der Reiche, durch die an ihn herantretenden Versuchungen aller Arten, seinen Körper oft genug vor der Zeit aufbraucht, gewissermaßen Selbstmord begeht.

Tatsache ist, daß regelmäßige Lebensführung, verbunden mit heiterem Gemüte, den Menschen im allgemeinen, mit verschwindend kleinen Ausnahmen, ein höheres Alter erreichen läßt. Prüfen wir aber das erreichte Alter, so sind es doch große Seltenheiten, wenn wir Menschen antreffen, die über 110 oder gar 120 Jahre alt geworden sind.

Ein sehr wichtiger Umstand spricht auch gegen die Annahme, daß der Tod durch die Kumulierung von Schädlichkeiten entstehe; es sind dies die senilen Erscheinungen, die wir bei jedem Individuum im Greisenalter antreffen, ganz gleichgültig, ob dasselbe wenig oder viel während seines Lebens gearbeitet, niemals oder öfter krank gewesen war. Diese Erscheinungen äußern sich in einer mehr oder weniger ausgesprochenen Atrophie fast sämtlicher Organe. Und diese senile Atrophie ist es, die schließlich zum Tode an Altersschwäche führt.

Wir verfallen nur allzuleicht in den Fehler, den Menschen als etwas Fertiges zu betrachten, das wohl wachsen und sich entwickeln könne, dessen Entwicklungsgang aber von Anfang an ein ganz bestimmter, unveränderlicher sei. Wenn wir uns aber erinnern, wie der Organismus, wenn auch immer unter denselben äußeren Bedingungen lebend, sich bereits nach der Geburt verändert, wie manche Organe, wie z. B. die Thymusdrüse, in frühem Lebensalter ganz normalerweise atrophiert, sich zurückbildet, ohne irgendeine schädliche Beeinflussung von außen her, wie später bei allen Frauen noch im kräftigsten Lebensalter, im Klimakterium, der Zeit, wo die Menstruation aufhört, der Uterus und die Ovarien einer Rückbildung, der senilen Atrophie, anheimfallen, so kann es nicht dem geringsten Zweifel mehr unterliegen, daß der Tod nur das letzte, natürliche Ende einer langen Entwicklungsreihe ist, die der Mensch, wie jedes Tier, während seines Lebens durchlaufen muß.

Da, wo schon, wie in der Eizelle, der Anfang ein endlicher, begrenzter ist, ist somit auch die Ursache des Todes von Beginn der Existenz an gelegt. Unter normalen Bedingungen ist unser Leben nur eine lange Kette von Entwicklungserscheinungen. Sein Anfang beginnt

mit der Kopulation der Zelle, sein Ende repräsentiert das sterbende, alt gewordene Individuum.

— —

Die Frage, ob es nicht Organismen gibt, die unsterblich sind, deren Existenz somit eine unbegrenzte, ewige ist, glaubt Weismann bejahen zu müssen. Dieser Forscher zieht eine scharfe Grenze zwischen vielzelligen und einzelligen Organismen (Protisten). Nur da könne man vom Tode sprechen, sagt Weismann, wo nachher auch eine Leiche vorhanden sei. Dies treffe bei den vielzelligen Organismen zu, nicht aber bei den einzelligen, die, falls sie nicht einer äußeren Katastrophe zum Opfer fallen, niemals eine Leiche liefern. Sie wachsen und teilen sich, wenn sie eine bestimmte Größe erreicht haben, und dieser Vorgang wiederholt sich nach Weismann unendlich.

Aber wenn der einzellige Organismus sich zu teilen beginnt, hört auch in Tat und Wahrheit seine individuelle Existenz auf. Seine Aufgabe der Fortpflanzung, der Arterhaltung ist erfüllt. Eingehende Versuche von Forschern, wie Maupas und Hertwig, haben ergeben, daß die Weismannsche Auffassung für die größere

Masse aller einzelligen Organismen nicht zutrifft. So züchtete Maupas in Kulturen Infusorien durch viele Generationen hindurch. Hiebei zeigte es sich, daß bei den Infusorien nach vielen aufeinander gefolgten Teilungen nach und nach Veränderungen eintraten, die schließlich zu positivem Untergange führten, falls den Infusorien nicht Gelegenheit geboten wurde, miteinander in Wechselbeziehung zu treten, ein Vorgang, der der Befruchtung der höheren Tiere entspricht.

Hertwig fand, daß bei diesem Vorgange der Konjugation ein Teil der Zelle zugrunde geht, und zwar der Hauptkern und ein Teil der aus fortgesetzter Teilung der Nebenkerne hervorgegangenen Tochterkerne, die nun weiter zerfallen und endlich vom Protoplasma aufgelöst werden. Diese Zerfallsprodukte dienen somit der Zelle selbst wieder als Material zum Verbrauche.

Nun gibt es aber auch viele Protisten, die sich durch Sporenbildung fortpflanzen. Hier zerfällt der Kern in lauter kleine Kernchen, die, von einer Protoplasmamasse umgeben, sich zu vielen kleinen Schwärmsporen entwickeln, während das bei diesem Vorgange übriggebliebene Protoplasma stirbt. Also auch hier kann von einer wirklichen Unsterblichkeit keine Rede sein.

Es ist überhaupt eine merkwürdige Erscheinung, daß die richtige Formulierung des Begriffes „Tod“ als letztes Glied einer langen Kette von Entwicklungsvorgängen so lange auf sich warten ließ. Dieser Auffassung stand die weit verbreitete Ansicht hindernd im Wege, daß der Mensch, wenn einmal erwachsen, entwickelt sei, sich nun für lange Zeit in einem stationären Zustand befinde.

Aber diese Ansicht ist völlig irrig. Unter normalen Bedingungen tritt in dem Gange der Entwicklung niemals ein Aufhören ein; sie verlangsamt sich nur in dem Umfange, als der Mensch älter wird. Ein wirklicher Stillstand, ein sog. stationärer Zustand, tritt niemals ein. — Beim Menschen ist die Lebenszeit des Erwachsenen im Verhältnis zu seiner Embryonalzeit eine sehr lange. In schroffem Gegensatz hiezu steht das Leben der meisten Insekten, was z. B. durch die Eintagsfliege am deutlichsten illustriert wird. Hier leben die erwachsenen, fertig ausgebildeten Insekten oft nur wenige Stunden und sterben unmittelbar nach der Eiablage, eine Tatsache, die ebenso einwandsfrei als schlagend beweist, daß die Ursachen des natürlichen Todes von Anfang an im Organismus selbst schon angelegt sind.

Eine wirkliche Unsterblichkeit der organischen,

lebenden Substanz gibt es nicht; denn ihre charakteristische Eigentümlichkeit besteht ja gerade darin, daß sie fortwährend zerfällt, mit anderen Worten, daß sie sich in tote Substanz verwandelt, daß sie stirbt.

Es gibt überhaupt keine lebendige Substanz, die während ihres Lebens nicht fortgesetzt in einzelne Teile zerfällt, während sie sich in anderen wiederum neubildet, regeneriert. Die neu entstehenden Teilchen liefern anderen wieder die Bedingungen zur Existenz, sterben aber schließlich ebenfalls. So entsteht ein ewiges Entstehen und Vergehen der lebendigen Substanz, ohne daß das Leben selbst erlöschen würde. Aber nicht um Unsterblichkeit handelt es sich bei diesen Vorgängen, sondern um den Ausdruck der Deszendenz in der lebendigen Substanz. Auch das Leben, als Summe von Bewegungserscheinungen, besitzt keine Unendlichkeit, keine wahre Unsterblichkeit. Wir wissen, daß es einst in der Entwicklung unseres Planeten eine Zeit gab, wo kein Leben auf demselben existieren konnte, weil die hiezu notwendigen Bedingungen noch nicht vorhanden waren. Da nun unser Planet fortwährend erkaltet und seine Rinde sich verdickt, so muß einst, wenn auch vielleicht erst in Jahrmillionen, alles organische Leben auf demselben erlöschen.

Der Mond, der dieselben Stadien der Entwicklung durchgemacht hat, nur in rascherer und kürzerer Zeit als die Erde, zeigt uns das künftige Schicksal unseres Planeten klar und deutlich genug. Langsam, aber sicher wird die Stunde kommen, in der alles Leben auf unserem Planeten dem kalten, starren Tode anheimfallen muß.

Was aber von der gesamten Körperwelt wirklich unsterblich ist, das ist allein die sich in ewigem Kreislaufe bewegende elementare Materie. Ist denn der Gedanke so fürchterlich, daß mit dem Tode eines Individuums dessen Leben endgültig aufhört, daß sein Körper in seine elementaren Bestandteile zerfällt, die dann von neuem wieder eintreten in den allgemeinen Kreislauf?

Wozu braucht der müde, ruhebedürftige Mensch die Regalien eines persönlichen Gottes, den Hinweis auf die ewige Fortdauer eines Lebens? Die Wissenschaft antwortet hierauf mit Nein. Sie ist humaner als die Kirche und gewährt der gehetzten Kreatur tatsächlich die einzig wahre und ewige Ruhe.

„Unendlichkeit! vor dir erbeben nur
Kann mein Gehirn; doch dich ersehnen? nein!
Die schwache, gramerfüllte Kreatur
Kann nicht unendlich, nicht unsterblich sein.

Wir sind ein armes, winziges Geschlecht,
Das nach Minuten rechnet, wir verlangen,
Bevor des Todes Schauer uns umfangen,
Nichts als des Atmens, als des Daseins Recht.
Der Lebensfunke mit dem Stoff vermählt,
Kann nicht selbständig lodern, ausgezittert
Hat der Gedanke, wenn die Form zersplittert,
Die ihm des Zufalls Laune auserwählt.

Dranmor.

Nachwort.

Darwin!

„Eine spätere Zeit wird über die merkwürdigen Versuche einer reaktionären Gegenwart, tatsächliche Wahrheiten, Resultate strengster Forschung in raffinierter Weise zu entstellen und als Fälschungen zu erklären, auf das schärfste urteilen. Würde eine große Zahl universell Gebildeter die letzte Konsequenz ziehen aus ihrem Wissen, aus dem, was sie innerlich doch als wahr betrachten, hätten diese Männer den moralischen Mut, ihrer Überzeugung überall und offen Ausdruck zu verleihen, so würde die geradezu beschämende Art der Anfeindungen Darwins und seiner Vertreter endlich einmal aufhören. Die Angriffe treiben nur Wasser auf die Mühle aller Dunkelmänner und suchen die Aufklärung breiterer Volksschichten aus leicht begreiflichen Gründen hintanzuhalten."

Albert Daiber.

In den vorstehenden Kapiteln ist auf die Darwinsche Lehre öfters Bezug genommen worden. Über die Lehre selbst herrschen vielfach noch die verworrensten Ansichten. Worin

besteht nun in Wirklichkeit die Darwinsche Lehre? Inwieweit ist sie wissenschaftlich berechtigt und tatsächlich anerkannt? Die Beantwortung dieser Fragen zwingt uns zunächst zu einem Rückblick in alte Zeiten.

— — — — — — — — — — — — —

Blättern wir im Buche der Vergangenheit, so muß es uns überraschen, bei vielen Philosophen der alten griechischen Schule Aussprüchen zu begegnen, die nach mehr als zweitausend Jahren zu den Grundlagen unserer heutigen Wissenschaft vom Leben geworden sind.

So spricht schon Anaximander, geboren um 620 v. Chr., den Gedanken aus, daß der Mensch von tierähnlichen Vorfahren abstamme, die ursprünglich im Wasser gelebt hätten. Heraklit, um 500 v. Chr., macht sich bereits eine Vorstellung von der Bedeutung des „Kampfes ums Dasein". Aber geradezu überraschend wirkt die Theorie des Empedokles, geboren 504 v. Chr., über die Entstehung der Lebewesen.

Nach Empedokles entstanden zuerst die Pflanzen, dann erst die niederen Tiere, aus denen sich die höheren und zuletzt die Menschen durch Vervollkommnung entwickelten. Den Grund für diese Vervollkommnung erblickt Empedokles darin, daß die unzweckmäßig gebauten

Geschöpfe im Kampfe des Lebens vernichtet werden, während nur die lebensfähigen zur Fortpflanzung gelangen.

Beinahe fünfundzwanzig Jahrhunderte rollten vorüber, bis dieser einfache, von Empedokles klar ausgesprochene Gedanke der Abstammung, der Deszendenz, und der natürlichen Auswahl, der Selektion der Organismen von Darwin empirisch begründet und als einfache, natürliche Erklärung für die sonst so wunderbare Mannigfaltigkeit der organischen Formen hingestellt worden ist.

Die Ehre der Entdeckung der Deszendenz- oder Abstammungslehre, die Priorität, gebührt dem französischen Forscher Jean Lamarck. Er war es, der die Deszendenzlehre zum ersten Male als die natürliche Grundlage der ganzen Biologie oder der Lehre von den Organismen feststellte.

Was dem Lamarckschen Werke besondere Bedeutung verlieh, war die erste zusammenhängend durchgeführte Darstellung der Abstammungslehre. Lamarck stellt sich auf den rein mechanischen Standpunkt, und seine Tat wirkt um so bedeutender in Anbetracht der vorherrschend dualistischen Anschauungen vor 100 Jahren.

Genau 50 Jahre nach Lamarcks Werk er-

schien dasjenige von Darwin (1859), in dem er das äußerst wichtige Prinzip der natürlichen Züchtung im Kampfe um das Dasein aufstellte. Erst dadurch wurde die Deszendenzlehre fest begründet.

Sie ist es, die auf morphologischem Gebiete oder der Formenlehre schon den gewaltigsten Umschwung herbeigeführt und vor allem der modernen Morphologie ihren charakteristischen Stempel aufgedrückt hat. Die Deszendenzlehre zeigt, daß die mannigfaltigen Formen der Organismen sämtlich untereinander durch Abstammung in verwandtschaftlichen Beziehungen stehen, und zwar in der Weise, daß alle in letzter Instanz von den einfachsten Organismen, die je gelebt haben, direkt abstammen. Die Selektionstheorie, von Darwin begründet und daher richtiger als Darwinismus bezeichnet, erklärt den Grund für die ungeheure Mannigfaltigkeit der Formen in der durch den Kampf ums Dasein bedingten natürlichen Auslese.

Diese Auslese oder Selektion bewirkt, daß unter jeder Generation im Kampfe ums Dasein nur diejenigen Individuen am Leben bleiben, die den jeweiligen äußeren Lebensbedingungen am besten entsprechen, d. h. am lebensfähigsten sind.

Die Stärke der Deszendenzlehre beruht nun

gerade darauf, daß sie eine Menge von Erfahrungen, die auf weit voneinander liegenden Gebieten gesammelt wurden, von einem einheitlichen Gesichtspunkte aus erklärt. Die Beobachtungsgebiete, die hier in Frage kommen, sind die Paläontologie oder die Versteinerungskunde, die vergleichende Anatomie, die Embryologie oder die individuelle Keimesgeschichte, die Systematik und die Pflanzen- und Tiergeographie.

Wir kombinieren die auf diesen verschiedenen Gebieten gesammelten Beobachtungen zu allgemeinen Schlüssen auf die Herkunft der Organismenwelt und suchen sie in einen ursächlichen Zusammenhang zu bringen. Der Grund für dieses Vorgehen liegt in dem Kausalitätsbedürfnis des menschlichen Geistes. Wer dieses Kausalitätsbedürfnis nicht besitzt, oder wer seinen allgemeinen Vorstellungen nur einen höchst begrenzten Wirkungskreis einräumen will, dem wird man die Wahrheit der Deszendenzlehre niemals beweisen können.

Daß diese Theorie, wie auch die der Selektion, auf alle Fragen nicht immer genügend erschöpfende Antwort geben kann, ist klar. Sie teilt damit das Schicksal jeder anderen großen Theorie. Hier ist es die Aufgabe der fortschreitenden Erkenntnis, zu feilen, zu verbessern,

auszubauen. Die Darwinschen Theorien aber bloß deshalb zu verwerfen, weil wir nicht Augenzeugen bei der Entstehung der Organismen waren, heißt die Existenzberechtigung großen, inhaltsreichen Wissensgebieten überhaupt absprechen. Und in diesen gewaltigen Fehler verfällt vielfach die gegnerische Kritik! Kein Physiker und kein Astronom hat je eine Welt entstehen sehen, und doch ziehen sie aus den Nebelflecken den Schluß, daß diese entstehende Welten seien, und kein Physiker und kein Astronom bezweifelt heute die Richtigkeit der Kant-Laplaceschen kosmogonischen Theorie. Oder sollen wir beispielsweise die Äthertheorie, die allein uns gestattet, die Erscheinungen im Weltenall zu erklären, bloß deshalb verwerfen, weil wir den Äther nicht messen und wägen können? Was aber die Äthertheorie für die Physik, das ist die Selektionstheorie für die Biologie.

Und wohin kämen wir z. B. mit der Geologie, wenn wir auf eine historische Erklärung der Befunde verzichten und uns lediglich auf die Beobachtung des uns zugänglichen Materiales beschränken wollen? Sicherlich nicht weit! Und wie stände es erst mit der prähistorischen Erforschung des Menschen? Sie wäre einfach unmöglich! Dann können wir auch auf andere

wissenschaftliche Disziplinen, auf Kunstgeschichte, Sprachengeschichte u. dgl. m. verzichten; denn sie alle bedürfen, gleich dem Darwinismus, der kombinatorischen Geistestätigkeit, die die Einzelbefunde in ursächlichen Zusammenhang zu bringen und dadurch zu begreifen sucht. Kein ernster Forscher, der auf diesen Titel Anspruch macht, wird aber einen anderen Standpunkt einnehmen wollen, als den hier ausgedrückten.

Für den, der sich nicht jede Organismenform aus der Hand eines persönlichen Schöpfers hervorgegangen denken kann und der nicht einem übernatürlichen Schöpfungsglauben blindlings huldigt, gibt es nur die eine Erklärung aller paläontologischen Tasachen, und die ist, daß die gesamte organische Welt, die belebte Materie von heute wie von einst, nur einen einzigen großen Stammbaum vorstellt, dessen Keim eben jene erste lebendige Substanz war, die einst vor ungezählten Jahrmillionen auf unserem Planeten entstand. Die letzten Sprossen dieses Baumes haben wir in der heutigen Organismenwelt vor uns. Die ältesten Äste und Zweige dieses Stammbaumes führen uns in die Tiefen der Erde, in der sie begraben liegen.

Daß die Versteinerungsurkunde eine lücken-

hafte ist, ist um so begreiflicher, wenn man sich vorstellt, daß nur ein relativ kleiner Teil der Erdoberfläche unseren Untersuchungen zugänglich ist und ferner, daß die Erhaltung von Organismen an die Erfüllung von ganz bestimmten Bedingungen geknüpft war, sollten oder mußten sie nicht der Fäulnis anheimfallen oder durch Wellenschlag zerstört werden. Dies ist auch die Ursache, warum Organismen ohne schützendes Skelett uns fast gar nicht überliefert wurden, weil eben ihr weicher Körper nach dem Tode sofort der Zersetzung anheimfallen mußte. Deshalb finden wir auch die einfachsten und ältesten Lebewesen nicht mehr vor.

Unter besonders günstigen Umständen sind aber auch von weichen und zarten Pflanzen- und Tiergebilden Abdrücke entstanden, wie wir sie in dem geschichteten Kalk von Solnhofen z. B. von Insekten mit häutigen Flügeln vorfinden. Auch feingliedrige Insekten, eingebettet in Bernstein, wurden uns überliefert.

Die vergleichende Anatomie ergänzt nun in manchen Richtungen und bis zu einem gewissen Grade die Versteinerungsurkunden, indem sie auch die ausgestorbenen Äste mit den noch lebenden der Vergleichung zugänglich macht. Hier nur ein diesbezügliches, aber höchst charakteristisches Beispiel. Man war aus vergleichenden

anatomischen Gründen zu der Überzeugung gelangt, daß die Vögel mit den Reptilien in verwandtschaftlichen Beziehungen stehen mußten; verbindende Übergangsformen aber kannte man noch nicht, bis in dem oben erwähnten Solnhofener Kalkschiefer ein versteinertes Tier entdeckt wurde, etwa von der Größe einer Taube, das Vogel- und Reptiliencharakter nebeneinander besaß. Es war der eigentümliche Archaeopterix macrurus mit dem Zahngebiß, der Wirbelsäule und dem langen Schwanze einer Eidechse, dessen ganzer Körper aber mit Vogelfedern bedeckt war, die in feinster Weise auf dem Gestein abgedrückt sind.

Durch diesen, wie auch durch andere Funde wurde die aus der vergleichenden Anatomie gefolgerte Verwandtschaft der Vögel und Reptilien glänzend bestätigt. Ein weiterer Bundesgenosse bei der Aufgabe, die Abstammung der Organismen in natürlicher Weise zu erklären, ist die Embryologie (individuelle Keimesgeschichte).

Gerade die Embryologie ist es, die uns zeigt, daß der Keim von Pflanzen und Tieren von seinem einfachsten Zustande, der Eizelle, an eine lange Reihe von Entwicklungsstadien durchläuft, bis er dem Mutterorganismus, von dem er entstammt, ähnlich wird.

Daraus leitet sich das von Ernst Haeckel begründete, von anderen hervorragenden Forschern bestätigte, außerordentlich wichtige biogenetische Grundgesetz ab, das besagt: „Die Keimesentwicklung ist ein Auszug der Stammesentwicklung, um so vollständiger, je mehr durch Vererbung die Auszugsentwicklung beibehalten wird; um so weniger vollständig, je mehr durch Anpassung die Fälschungsentwicklung eingeführt wird.“ Aufgabe der künftigen Forschung wird es sein, festzustellen, welche chemischen und physikalischen Faktoren im einzelnen bei der Vererbung, wie bei der Anpassung ihren Ausdruck finden.

Wir sehen also: das formerhaltende Moment bei den Organismen ist die Vererbung der vorhandenen Eigenschaften, das formverändernde aber die Anpassung an die äußeren Lebensbedingungen.

Das unsterbliche Verdienst Darwins besteht nun darin, daß er uns durch seine Selektionstheorie die Art und Weise der Anpassung gezeigt und uns das Wunder der Zweckmäßigkeit auf natürliche Weise erklärt hat.

Wenn wir nun etwas näher auf die Vorgänge der Vererbung und Anpassung eintreten, die in der Selektionstheorie eine so große Rolle spielen, so finden wir, daß die Vererbung überhaupt zu einer der bekanntesten Erscheinungen

unseres Lebens gehört. Sie kommt uns so selbstverständlich vor, daß wir uns im täglichen Leben gar nicht weiter mehr um sie bekümmern und uns erst wieder an sie erinnern, wenn uns besonders eigenartige Fälle derselben gegenübertreten. Ja, die Tatsache der Vererbung ist für uns so feststehend, daß wir es als ganz unnatürlich bezeichnen würden, wenn nicht gewisse Eigenschaften der Eltern auf die Kinder übergingen, wenn die Nachkommen ihren Vorfahren nicht im großen und ganzen glichen. Wir sehen, daß ein Vogel immer wieder Vögel als Nachkommen hat, eine Katze nur Katzen, ein Hund nur Hunde, und wir wissen, daß ein Mensch nur Menschen erzeugen kann, keine anderen Wesen.

Diese Art der Vererbung erstreckt sich bis in die feinsten Einzelheiten hinein. Nicht nur vererbt sich die äußere Körperform, sondern auch bestimmte Formen in der Bewegung, in der Haltung, ja sogar gewisse Gewohnheiten vererben sich.

Beim Menschen können wir dies am besten beobachten, denn hier ist unser Blick naturgemäß auch am geschärftesten. Und da der Mensch auch die meisten Eigenheiten besitzt, so vermögen wir bei ihm auch alle möglichen Kleinigkeiten zu entdecken und zu unterscheiden,

die bei den Tieren zu finden nur dem Spezialgeübten gelingt.

Dem Laien fällt die Tatsache der Vererbung erst auf, wenn es sich um ganz besondere, in die Augen springende Merkmale handelt, wie z. B. um eigenartige Gesichtszüge, um körperliche Abnormitäten der verschiedensten Arten, die von den Eltern oder Vorfahren auf ihre Nachkommenschaft gelangten.

Aber nicht immer sehen wir die Vererbung aller Eigentümlichkeiten. Manche spezielle Eigenschaften vererben sich wahrscheinlich überhaupt nicht, andere wiederum übertragen sich nicht direkt von den Eltern auf die Kinder, d. h. also auf die nächste Generation, sondern mit Auslassung derselben auf die zweite, dritte oder auch noch spätere Generation. Dieses Überspringen der direkten Vererbung von Eigenarten auf eine spätere Generation bezeichnen wir als Rückschlag oder Atavismus.

Beim Menschen können wir oft beobachten, daß die Kinder wieder Eigenarten, Eigentümlichkeiten der Großeltern besitzen, die ihren Eltern selbst zeitlebens fehlten. Auch indirekte, seitliche Vererbung kommt vor: so kann z. B. ein Neffe mehr seinem Onkel gleichen, äußerlich sowohl wie in manchen Charaktereigenschaften, als wie seinem eigenen Vater.

Manche Eigentümlichkeiten können plötzlich wieder in einer Generation zum Vorschein kommen, nachdem sie viele Generationen hindurch latent geblieben waren. Diese Erscheinung können wir bei Haustieren, wie auch bei Kulturpflanzen öfters beobachten, die durch allmähliche Veredlung aus wilden Formen gezüchtet worden sind. Diese schlagen in der Regel wieder in die wilde Stammform zurück, wenn man sie verwildern läßt. Jeder Tierzüchter, jeder Gärtner vermag hiefür Beispiele genug anzuführen.

Was nun die Frage der Vererbung von Eigenschaften anbelangt, die während des individuellen Lebens erworben wurden, so ist dieselbe experimentell noch nicht entschieden. Darwin bejaht zwar diese Frage, obgleich in dieser Richtung unsere Kenntnisse nur mehr oder weniger wahrscheinliche Vermutungen zulassen.

Allerdings wird es sehr schwer sein, viele Erscheinungen der Formenbildung ohne die Annahme einer Vererbung erworbener Eigenschaften richtig erklären zu wollen. Trotzdem daß ein exakter Beweis oder eine experimentelle Widerlegung hiefür einstweilen noch fehlt, wird man durch die Erfahrung geradezu zum Glauben an diese Art der Vererbung gedrängt.

Ich persönlich könnte mir sonst z. B. absolut

nicht erklären, wie die Disposition zu bestimmten Krankheiten, an denen Eltern oder Vorfahren gelitten, bei der Deszendenz zustande kommen würde. Solche Dispositionen werden nur begreiflich durch die Annahme einer angeborenen, ererbten, spezifischen Organschwäche. Dies gilt ganz besonders für gewisse Nerven-, Lungen- und Nierenleiden, für Fettsucht, Gicht, Diabetes u. a. m.

Inwieweit auch geistig erworbene Eigentümlichkeiten auf die Nachkommen übertragbar sind, ist eine schwer zu entscheidende Frage. Zweifellos findet in dieser Richtung eine solch langsame Veränderung und Verschiebung statt, daß wir sie oftmals innerhalb einer Reihe von Generationen kaum bemerken können. Es fehlt eben hier die direkte Beobachtung.

Was nun die Anpassung als das formverändernde Element anbelangt, so tritt sie uns nicht so unmittelbar entgegen wie das formerhaltende Moment der Vererbung. Der Grund ist klar: fast alle Erscheinungen der Anpassung sind nur innerhalb langer Zeiträume bemerkbar. Diese Tatsache, der älteren Naturforschung unbekannt, trieb die Naturwissenschaft, bis vor relativ kurzer Zeit, der Teleologie immer wieder in die Arme, d. h. sie führte zu der Annahme eines vorher bestimmten Schöpfungsplanes.

Diesen vertritt ja noch heute die dogmatische Theologie. Aber die so wunderbare Zweckmäßigkeit in der Natur ist lediglich die Folge der Anpassung der Organismen an ihre äußeren Lebensbedingungen in dem Kampfe um ihre Existenz. So haben sich die Landtiere an ihre Existenz im Trockenen durch ihre Beine zum Gehen und Kriechen, die Flugtiere mittelst ihrer Flügel und lufthaltigen Knochen an die Existenz in der Luft, und die Wassertiere durch ihre Kiemen und Flossen an die Existenz im Wasser angepaßt.

Es gibt nun Fälle in der Entwicklung eines Individuums, in denen wir eine Anpassung desselben an andere Verhältnisse genau verfolgen können. So atmen z. B. die Larven der Amphibien, der Frösche, solange sie als geschwänzte Kaulquappen im Wasser leben, wie die Fische, durch Kiemen, die in einfachster Weise konstruiert, dem Tiere gestatten, die im Wasser gelöste Luft zu gewinnen. Kommen aber die kleinen Frösche auf das Land, so schrumpfen ihre Schwänze, die Kiemen degenerieren, und aus ihnen entwickeln sich dann die Lungen. Nun nehmen die Frösche gleich allen übrigen Landtieren die Luft direkt in den Körper auf. Verhindert man aber die Kaulquappen, aufs Land zu kriechen, so behalten sie dauernd

Schwanz und Kiemen, ohne daß die Lungen sich weiter entwickelten, obwohl die Tiere eine respektable Größe erreichen.

Solche und manch andere Beispiele beweisen, daß die Organismen in zweckmäßiger Weise an ihre äußeren Lebensbedingungen angepaßt sind.

Die zoologischen und botanischen Forschungen der Neuzeit haben gefunden, daß diese Anpassungen sich oft in durchgreifendster Weise bis in die feinsten Einzelheiten erstrecken.

Da wir nun wissen, daß die Verhältnisse auf unserem Planeten seit seiner Entstehung bis heute eine stete, wenn auch langsame Veränderung durchmachten, so ist es begreiflich, daß die Organismen in dem Maße an diese Verhältnisse sich anpaßten, als sie sich selbst veränderten.

Wir unterscheiden nun eine doppelte Art der Anpassung: eine persönliche oder individuelle und eine solche des Stammes. Letztere spielt die Hauptrolle gegenüber der ersteren. Während sich bei Gewohnheiten, in der Art der Lebensführung usw. die persönliche Anpassung sehr deutlich zu erkennen gibt, liegen die Fälle der individuellen Anpassung ganz anders da, wo veränderte Bedingungen des Lebens auch einer Veränderung der Form des Körpers rufen.

Wir können diese Beobachtungen schon deshalb seltener machen, weil die hiezu notwendigen, tief einschneidenden Änderungen in der Lebensweise nicht mehr so leicht ertragen werden. Aber gerade die allmähliche Anpassung der Formenreihen, d. h. die Stammesanpassung, an die jeweiligen Lebensbedingungen hat für den Wechsel der Formen die größte Bedeutung.

Hier ist der Punkt, wo die Lehre Darwins von der natürlichen Zuchtwahl mit Erfolg einsetzt. Es sind so klare und einleuchtende Gedankengänge, welche in der Selektionstheorie niedergelegt sind, daß sie nur einmal ausgesprochen werden mußten, um sofort Bürgerrecht in der Wissenschaft zu gewinnen.

Nach Darwin kommt die Anpassung der Organismen an die äußeren Verhältnisse nicht durch unmittelbare Veränderung der einzelnen Individuen zustande, sondern durch natürliche Auslese (natural selection) unter vielen Individuen in derselben Weise, wie bei der Rassenveredlung durch künstliche Auslese oder Zuchtwahl von seiten des Züchters. Darwin geht von der Tatsache aus, daß unter jeder Nachkommengeneration desselben Elternpaares nicht ein einziges Individuum dem anderen völlig gleicht, wenn schon unserer Beobachtung die Unterschiede vielleicht höchst unbedeutend er-

scheinen. Diese Erscheinung bezeichnet man als individuelle Variabilität.

Als notwendige Folge des Kampfes ums Dasein (struggle for life) findet nach Darwin eine Auslese, eine Selektion unter den verschiedenen Individuen jeder Generation im Maße ihrer Lebensfähigkeit, ihrer Widerstandsfähigkeit gegen die äußeren, auf sie eindringenden Gefahren statt.

Es ist eine bekannte Tatsache, daß von allen Organismen ohne Ausnahme mehr Nachkommen im Keime erzeugt werden, als erwachsen die notwendigen Bedingungen zur Existenz, zur Ernährung überhaupt finden würden. Eine Tendenz der Vermehrung ist überall in der belebten Materie vorhanden. Wenn diese nicht übermächtig wird, so liegt der Grund darin, daß eben die Wirkung des Kampfes ums Dasein nur einer relativ beschränkten Anzahl von Individuen gestattet, die Bedingungen zu ihrem Leben zu finden, während die übrigen zugrunde gehen.

Aber nicht beliebige Individuen sind es, die in diesem teils passiven teils aktiven Kampfe um die Mittel der Existenz zugrunde gehen; es sind ausschließlich diejenigen, welche weniger lange im Kampfe aushalten können, die weniger für die gegebenen Verhältnisse sich eignen. Die

kräftigsten, die stärksten, die fähigsten der Individuen aber, welche unter den bestehenden Bedingungen zu leben vermögen, werden den Kampf überstehen und schließlich allein am Leben bleiben.

Daß bei dieser Auslese vermöge des Kampfes ums Dasein auch Zufälligkeiten mitspielen, zeitliche, örtliche oder übermächtige Schädlichkeiten, denen alle Keime oder alle Tiere erliegen müßten, falls sie das Unglück hätten, ihnen ausgesetzt zu werden, ist nicht zu bestreiten. Mag man nun diesen Zufälligkeiten auch einen weitgehenden Einfluß einräumen, neben ihnen werden die durch die individuelle Variabilität gegebenen Bedingungen den gewaltigeren, für die Erhaltung der Tiere bestimmenden Einfluß ausüben.

Es findet also eine Auslese der für die gegebenen Lebensverhältnisse passendsten Individuen statt. Dadurch, daß sich diese Auslese über viele, schließlich unzählige Generationen fortsetzt, während die ausgelesenen Individuen ihre Eigentümlichkeiten durch Vererbung fortpflanzen, tritt mehr und mehr eine allmähliche Anpassung der Individuen an die äußeren Lebensverhältnisse ein. Die Folgen dieser Anpassung sind gerade jene bis ins kleinste gehenden Zweckmäßigkeiten der Organismen in Hin-

sicht auf die Bedingungen, unter denen sie leben.

Wenn nun die äußeren Lebensbedingungen eine gewisse Zeit unverändert bleiben, so wirkt auch die Anpassung in konservativem, erhaltendem Sinne. Ändern sich aber die Verhältnisse allgemein und allmählich, wie z. B. bei der Entwicklung unserer ganzen Erdoberfläche, so verläuft die Abänderung, die Umbildung der Formen im Verhältnis der selektiven Anpassung im Kampfe ums Dasein.

Die Richtigkeit dieser seiner Lehre hat Darwin durch ein enormes Beweismaterial zu stützen gesucht. In hervorragender Weise liegen dieser Theorie die Experimente der Tierzüchter zugrunde. Die bewußte methodische Zuchtwahl unserer Haustierrassen durch den Menschen führt Darwin durch Nachweis aus historischen Schriften bis in das graue Altertum zurück.

Aber außer dieser bewußten Zuchtwahl nimmt Darwin auch eine unbewußte an, deren Charakter er darin findet, daß der Mensch, seinen Neigungen folgend, ohne sich viel Rechenschaft zu geben, bestimmte Haustierformen bevorzuge. Das sind ebenfalls klare, jedem leicht verständliche Gedanken!

Daß die vom Menschen ausgeübte Zuchtwahl tatsächlich zu solch wunderbaren Erfolgen

führt, daß in relativ kurzer Zeit durch methodisch betriebene Züchtung neue erbliche Formen erzielt werden können, die man Rassen oder Unterrassen nennen mag, für diese Tatsachen bringt Darwin viele sicher beglaubigte Fälle.

Zwei sehr charakteristische Erscheinungsreihen sprechen übrigens deutlich genug für den umzüchtenden Einfluß des Menschen: Erstens: Es gibt Tierrassen, wie die japanischen Tanzmäuse, die Burzeltauben, deren Eigentümlichkeiten so abnormer Natur sind, daß eine Existenz dieser merkwürdigen Tiere in freiem Zustande ganz ausgeschlossen ist. Diese Tierrassen können nur unter dem Schutze des sich am Bizarren freuenden Menschen existieren.

Zweitens: Daß merkwürdigerweise — dies gilt ganz besonders von den Pflanzen — die Merkmale sehr vieler Kulturrassen und Varietäten oder Abarten sich nur auf solche Teile der Organisation beziehen, die für den Menschen der Nahrung oder auch der Freude wegen von Bedeutung sind, während für den Menschen gleichgültige Teile gar nicht verändert erscheinen.

So erstreckt sich die Variabilität bei vielen Kulturpflanzen auf die eßbaren Teile, die Knollen der Kartoffeln, die Früchte der Bohnen,

Erbsen usw.; bei Ziergewächsen dagegen auf Blumen und Blätter.

Es ist ganz undenkbar und auch in den meisten Fällen durch die Erfahrung ausgeschlossen, daß hier die künstliche Zuchtwahl nicht mitgewirkt haben sollte. In allen diesen Fällen spielt der züchtende Mensch die Rolle der natürlichen Selektion, die in der freien Natur der Kampf ums Dasein vollzieht.

Durch die Darwinsche Theorie gewinnen wir erst ein übersichtliches Bild, wie der Formenwechsel der lebendigen Substanz zustande kam, wie er sich vollzog von ihren einfachen Formen an, die die Erdoberfläche belebten, bis zur gegenwärtigen Organismenwelt. Nur durch sie, d. h. durch Darwins Lehre, können wir die Entwicklung der Pflanzen und Tiere von den einzelligen Protisten an (siehe Stammbaum S. 59) auf natürliche Weise verstehen, wenn wir die wenigen formbedingenden Momente in ihrer Wirkung erkannt haben.

— — — — — — — — — — — — —

— — — — — — — — — — — — —

Im Laufe der letzten 40 Jahre wurde außerordentlich viel die Frage diskutiert, ob die Auslese durch Vernichtung ungeeigneter Formen und dementsprechende Begünstigung zweckmäßig gebauter Organismen eine Umwandlung und

Neubildung von Arten herbeizuführen vermöge. Es gibt viele entschiedene Anhänger der Deszendenzlehre, welche die Selektionstheorie auf das heftigste bekämpfen, nach meiner Überzeugung ein Irrtum; denn die eine Theorie steht oder fällt mit der anderen.

Diese Angriffe gegen den „Darwinismus" im engeren Sinne werden von Laienkreisen vielfach irrigerweise als Angriffe gegen das gesamte Deszendenzprinzip aufgefaßt. Dadurch entstand der total falsche Glaube, als wolle die moderne Biologie von der Deszendenzlehre nichts mehr wissen.

Die meisten Gegner der Selektionstheorie haben bei ihren Angriffen die Darwinsche Lehre von der durch den Menschen ausgeübten, künstlichen Zuchtwahl als völlig berechtigt angenommen. Beanstandet wurde nur die Übertragung der bei der Domestikation erhaltenen Resultate auf die im Naturzustande lebenden Tiere, d. h. ein Teil der Lehre. Ein Punkt derselben kann nicht ohne weiteres durch direkte Beobachtung bewiesen werden, nämlich der, daß die durch natürliche Auslese erhaltenen Varietäten das Material zur Bildung neuer Arten abgeben können.

Nach Darwin verläuft der Modus der Artbildung sehr langsam, dehnt sich auf Jahrhunderte

aus und entzieht sich daher der direkten Beobachtung. Diesem Mangel in der Kette seiner großartigen Beweisführungen suchte Darwin dadurch abzuhelfen, daß er eine Menge von Erscheinungen im Naturhaushalte nachwies, die durch die Annahme, daß die Selektion artbildend wirke, verständlich werden.

Entscheide sich nun in dieser Richtung der Streit einst, wie er wolle, der Kern der Darwinschen Lehre bleibt als wahr bestehen. Darwin hat den Samen ausgestreut, der zu einem prächtigen Baume der Erkennens heranwuchs. Ich betonte bereits, daß jede Theorie Angriffspunkte bietet, so auch die Darwinsche. Irriges richtig zu stellen, ist Aufgabe der fortschreitenden Erkenntnis. Unsere und unserer Nachfolger Aufgabe ist es, auf dem Fundamente weiter zu bauen, das ein in jeder Hinsicht großer Mann gelegt, dessen wissenschaftliche Taten so wenig vernichtet werden können, wie die klare, positive Wahrheit. Der Darwinismus ist nicht überwunden; von einem Sterbelager desselben zu reden, ist geradezu albern. Der Darwinismus lebt und wird in seiner Art fortbestehen, solange es überhaupt noch eine vorwärtsschreitende Wissenschaft gibt.

Darwin, in seiner selten großen Bescheidenheit, Gewissenhaftigkeit und Selbsterkenntnis,

war sich recht wohl bewußt, in seinen kühnen Schlüssen und Deduktionen nicht unfehlbar zu sein, — nur der Wahnwitz nimmt für sich die Unfehlbarkeit in Anspruch! — aber durch seine wunderbar klaren Gedanken und Arbeiten hat uns Darwin neue, unendlich fruchtbare Wege gewiesen, die uns, allen Anfeindungen zum Trotze, große und schöne Aussichten für die Zukunft, für das tiefere, allgemeinere Verständnis der belebten Materie eröffnen.

Tafeln.

Erklärung des Titelbildes und der Tafeln.

Titelbild. Eine Globigerine (Urtierchen) aus der Klasse der Kammerlinge (nach Haeckel).

Tafel 1. Näheres auf Seite 20 bis 23 des Textes.

Tafel 2. Die Amöbe repräsentiert den niedersten einzelligen Organismus, den sog. Protisten. Jede Pflanze und jedes Tier ist im Beginne seines individuellen Lebens nichts anderes als solch eine einfache Zelle.

Tafel 3. Die Eizelle nach vollzogener Befruchtung. Beginn der Teilung und damit die Entwicklung des neuen Individuums.

Tafel 4. Die Leukozyten sind der Prototyp der tierischen Zelle und sehr nahe verwandt mit den Amöben. Weiteres auf Seite 106 und 107.

Tafel 5. Näheres auf Seite 107 bis 112.

Tafel 6. Näheres auf Seite 112 bis 114.

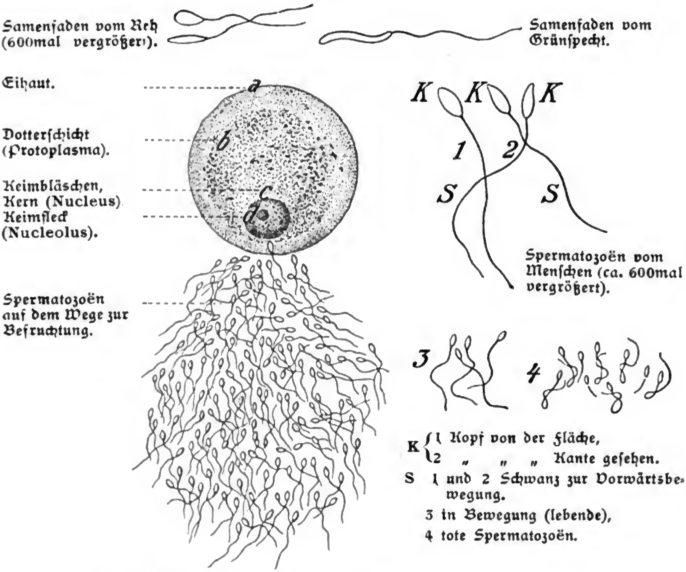
Tafel 7. Während im ersten Entwicklungsstadium die Keime kaum zu unterscheiden sind, ist auch im zweiten Stadium kein großer Unterschied zu bemerken. Erst bei der späteren Entwicklung der Gliedmaßen und des Kopfes treten die unterscheidenden Formen deutlich hervor. Überall ist bei diesen Säugetieren die Anlage des Gehirns dieselbe (fünf Hirnblasen).

Zur Chemotaxis im Pflanzen- und Tierreich.

a) Die menschliche Eizelle und die Samenfäden (Spermatozoën).

100- resp. 200fache Vergrößerung.

Als Beispiele



K {1 Kopf von der Fläche,
  {2 „ „ „ Kante gesehen.

S 1 und 2 Schwanz zur Vorwärtsbewegung.

3 in Bewegung (lebende),

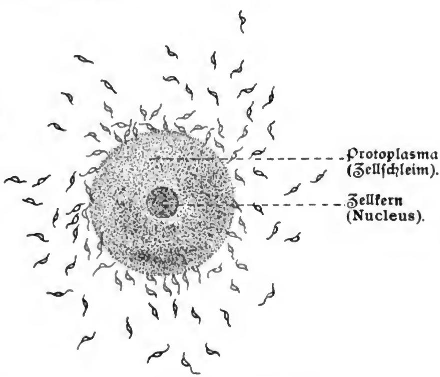
4 tote Spermatozoën.

NB. Die Eier der übrigen Säuger besitzen dieselbe Form. (Nach Daiber.)

b) Eine pflanzliche Eizelle umschwärmt von Spermatozoën.

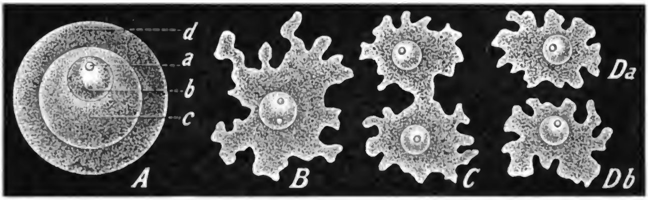
(Nach Straßburger.)

(Analogon für die Befruchtung der tierischen Eizelle durch Spermatozoën! Siehe oben.)



Tafel 1

Direkte Zellteilung (Amitose).



Eine Amöbenform des süßen Wassers — Amoeba sphaerococcus — stark vergrößert. (Nach Prof. Haeckel.)

A Amöbe eingekapselt im Ruhezustand.
Sie besteht aus: a Kernkörperchen (Nucleolus),
b Kern (Nucleus),
c kugeligem Plasmaklumpen,
d Zellmembran oder Cyste.

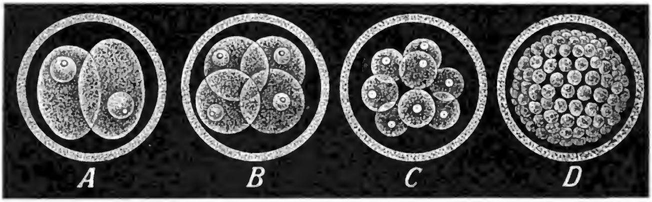
B Amöbe frei, nach Durchbruch der Zellmembran.

C Die Amöbe beginnt sich zu teilen; ihr Kern zerfällt in zwei Teile. Das Protoplasma zwischen beiden schnürt sich ein.

D Die Teilung ist vollendet, indem jetzt auch das Protoplasma in zwei Hälften zerfallen ist (Da und Db).

Tafel 2

Indirekte Zellteilung (Mitose).



Erster Beginn der Säugetier-Eientwicklung.
(Nach Prof. Haeckel.)

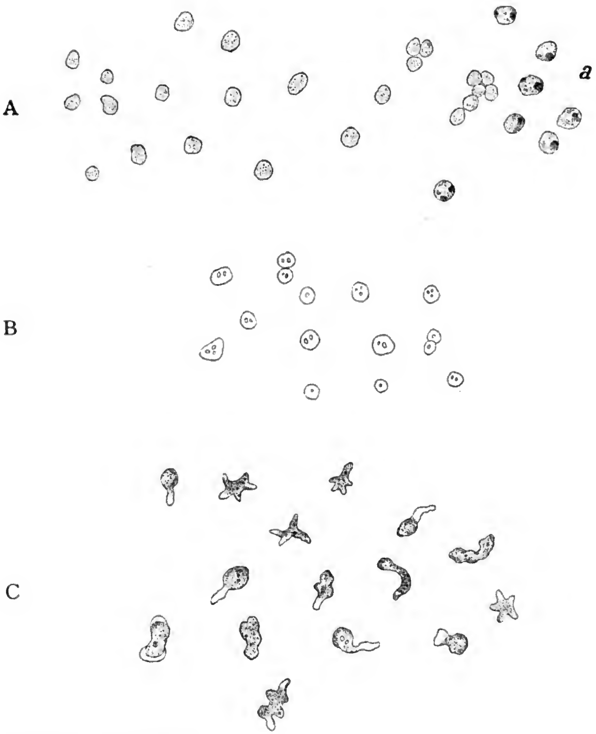
A Eifurchung. Durch Bildung der ersten Furche zerfällt das Ei in zwei Zellen.

B " Weiter in vier Zellen.

C " Weiter in acht Zellen.

D " Durch fortgesetzte Teilung entsteht ein kugeliger Haufen von zahlreichen Zellen.

Leukozyten oder weiße Blutkörperchen vom Menschen.
Stark vergrößert. (Nach A. Daiber.)

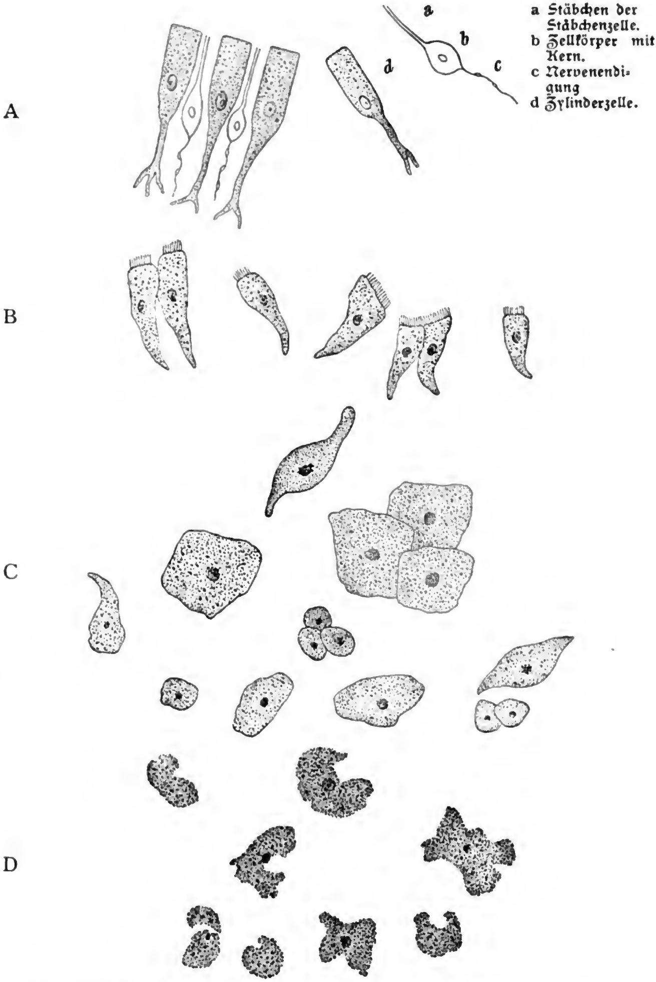


A Frisch. a Fressend.

B Nach Essigsäurezusatz. Die Zellen haben ihr granuliertes Aussehen verloren; die Kerne treten deutlich hervor.

C Leukozyten in amöboïder Bewegung begriffen.

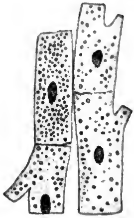
Verschiedene Zellen aus den Geweben des menschlichen Körpers. (Nach A. Daiber.)



A Nervenzellen der Nasenschleimhaut.
B Flimmerepithel, mit stäbchenförmigen Haaren besetzt, die hin und her schwingen (sog. Flimmerhaare).
C Verschiedene Zellarten aus Harn- und Luftwegen.
D Zugrunde gehende Zellen, teils mit teils ohne Zellkern, das Protoplasma körnig degeneriert und im Zerfall.

Tafel 5

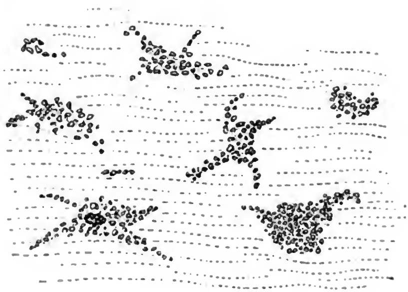
Degenerative Erscheinungen.



a



b



c



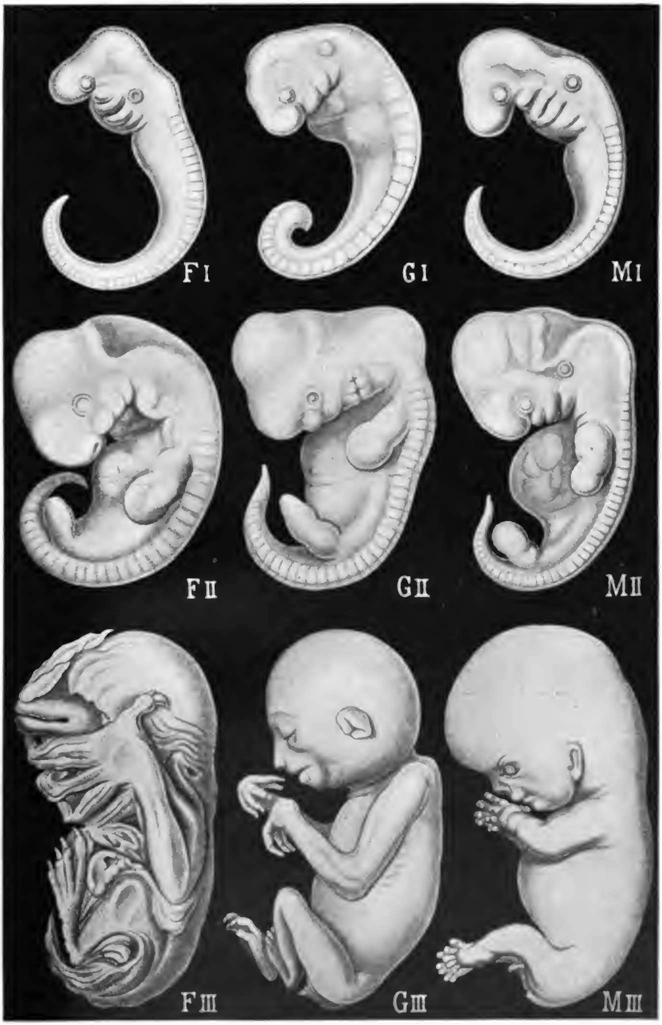
d

a Herzmuskelzellen, fettig degeneriert. (Nach Ziegler.)
b Zellen der Nierenkanälchen, fettig degeneriert, Zellkern teilweise verloren. (Nach Daiber.)
c Verkalkte Zellen in der Wand eines Blutgefäßes. (Nach Ziegler.)
d Verkalkte Ganglienzellen aus dem Gehirn eines Blödsinnigen. (Nach Ziegler.)

Tafel 6

Zur Stütze der Deszendenzlehre!

Embryonen oder Keime von drei Säugetieren. (Nach Haeckel.)



F = Fledermaus. G = Gibbon (Menschenaffe). M = Mensch.

Tafel 7

 Strecker & Schröder, Stuttgart